

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-338707

(43) 公開日 平成6年(1994)12月6日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 P 1/383  
11/00

識別記号

A  
P

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平6-70246

(22) 出願日 平成6年(1994)3月16日

(31) 優先権主張番号 特願平5-94951

(32) 優先日 平5(1993)3月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 三浦 太郎

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 古林 眞

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 鈴木 和明

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山本 恵一

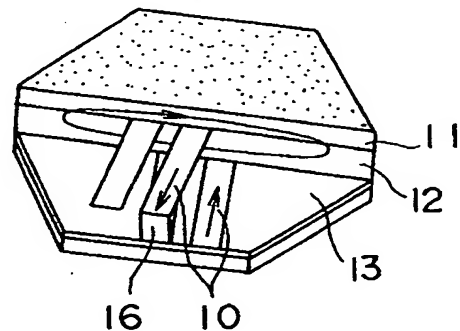
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サーキュレータ

(57) 【要約】

【目的】 小型化、広帯域化、低損失化、及び／又は低価格化を図ることのできるサーキュレータを提供する。

【構成】 サーキュレータは、その磁気回転子が中間絶縁性磁性体層 (12) と、中間絶縁性磁性体層 (12) を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体 (10) と、密接状態でコイル導体 (10) の一部を取り囲むように形成された上部及び下部絶縁性磁性体層 (11、13) とを備えている。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気回転子が、中間絶縁性磁性体層と、該中間絶縁性磁性体層を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体と、密接状態で該コイル導体の一部を取り囲むように形成された上部及び下部絶縁性磁性体層とを備えていることを特徴とするサーキュレータ。

【請求項2】 前記コイル導体が、前記中間絶縁性磁性体層上及び前記下部絶縁性磁性体層上に形成された所定パターンの内部導体と、該内部導体の端部を互いに接続するジャンパー導体とからなることを特徴とする請求項1に記載のサーキュレータ。

【請求項3】 前記内部導体と、前記中間絶縁性磁性体層と、前記上部及び下部絶縁性磁性体層とが一体的に焼成されたものであることを特徴とする請求項2に記載のサーキュレータ。

【請求項4】 前記絶縁性磁性体層が、前記内部導体の融点より高い焼結終了温度を有する磁性体材料から構成されていることを特徴とする請求項3に記載のサーキュレータ。

【請求項5】 前記内部導体が溶融された金属で構成されていることを特徴とする請求項4に記載のサーキュレータ。

【請求項6】 前記内部導体が、前記絶縁性磁性体の焼結終了温度より高い融点を有する導体材料から構成されていることを特徴とする請求項2に記載のサーキュレータ。

【請求項7】 前記上部絶縁性磁性体層の上面上及び下部絶縁性磁性体層の下面上に接地導体が形成されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のサーキュレータ。

【請求項8】 中間絶縁性磁性体層と該中間絶縁性磁性体層を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体と密接状態で該コイル導体を取り囲むように形成された上部及び下部絶縁性磁性体層とからなる磁気回転子と、該磁気回転子の側面に設けられており前記内部導体の一端に電気的に接続された複数の端子電極と、該端子電極に結合された回路素子と、前記磁気回転子に直流磁界を印加するための励磁用永久磁石とを備えたことを特徴とするサーキュレータ。

【請求項9】 前記回路素子が印加周波数と共振させるために該端子電極に電気的に結合された複数のキャパシタであることを特徴とする請求項8に記載のサーキュレータ。

【請求項10】 前記回路素子が前記端子電極に外付けされた外付け回路素子であることを特徴とする請求項8又は9に記載のサーキュレータ。

【請求項11】 前記回路素子が前記磁気回転子と一体的に形成された内設回路素子であることを特徴とする請求項8又は9に記載のサーキュレータ。

2

【請求項12】 連続する磁路を有する金属製ハウジングが前記励磁用永久磁石に密着固定されていることを特徴とする請求項8から11のいずれか1項に記載のサーキュレータ。

【請求項13】 前記磁気回転子の平面形状が多角形であることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のサーキュレータ。

【請求項14】 前記磁気回転子の平面形状が六角形であることを特徴とする請求項13項に記載のサーキュレータ。

【請求項15】 前記内部導体のパターンが、同一平面上において、対称性を有する複数の放射方向にそれぞれ伸長する複数のストリップを有するパターンであることを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載のサーキュレータ。

【請求項16】 該ストリップ直線状ストリップを含んでいることを特徴とする請求項15に記載のサーキュレータ。

【請求項17】 前記内部導体のパターンが、同一平面上においては単一の所定方向に伸長する少なくとも1つの直線状ストリップを含んでいることを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載のサーキュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロ波帯域等で用いられる無線機器、例えば携帯電話のごとき移動無線機器等に使用される集積型のサーキュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の集中定数型サーキュレータは、図20の分解斜視図に示すとき基本構造を有し平面形状が円形の組立式の磁気回転子を備えていた。同図において、200はガラス・エポキシ樹脂等からなる円形の非磁性体基板であり、この非磁性体基板200の上下面にはコイル導体（内部導体）201及び202が形成されている。コイル導体201及び202は、非磁性体基板200を貫通するビアホール203で互いに接続されている。コイル導体201及び202を形成したこの非磁性体基板200を両側から挟むように、円形の磁性体部材204及び205が組立式で取り付けられており、コイル導体201及び202に印加される高周波電力によってこれら磁性体部材204及び205内に回転高周波磁束が生じるように構成されている。このように、従来の磁気回転子は形状が円形であり、しかもコイル導体を形成した非磁性体基板200の両側に磁性体部材204及び205を単に積み重ねて接着した構成となっている。

【0003】サーキュレータ全体としては、図21の分解斜視図に示すように、コイル導体201（202）を形成したこの非磁性体基板200の両側に、磁性体部材204及び205、接地導体電極206及び207、励

3

磁用永久磁石208及び209、並びに上下に分割されており励磁用永久磁石208及び209からの磁束用磁路を構成する分割式の金属製ハウジング210及び211をこの順序でそれぞれ積み重ねて組立て固定することによって形成される。

【0004】図示されていない入出力端子を介してコイル導体201及び202に高周波電力を与えると、磁性体部材204及び205内にコイル導体201及び202の回りを回転する高周波磁束が発生する。この高周波磁束と直交する直流磁界を永久磁石208及び209から印加すると、磁性体部材204及び205は、図22に示すように、高周波磁束の回転方向に応じて異なる透磁率 $\mu_+$ 及び $\mu_-$ を示すこととなる。サーキュレータは、高周波信号の伝播速度がこのような透磁率の違いによって回転方向によって異なり、その結果、磁気回転子内の打ち消し効果で特定の端子への信号の伝播を止め得ることを利用しているのである。非伝播端子は、透磁率 $\mu_+$ 及び $\mu_-$ の性質から、駆動端子に対する角度関係で設定される。例えば、ある回転方向に沿って端子A、B、Cがこの順序で配置されているとすると、駆動端子Aに対する非伝播端子が端子Bである場合に、駆動端子Bに対する非伝播端子は端子Cとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】サーキュレータは、携帯電話のごとき移動無線機器において増幅器間の干渉防止や電力増幅器を反射電力から保護するための有用な素子として広く採用されているが、これらの機器の普及化及び小型化に伴って、サーキュレータ自体もさらに小型化、広帯域化、低損失化、及び低価格化することが要求されている。このような要請に応えるためには、透磁率 $\mu_+$ 及び $\mu_-$ 間の差が大きいかつ駆動回路の損失が小さいサーキュレータが必要となる。

【0006】しかしながら従来のサーキュレータでは、2つの分割されている磁性体部材204及び205により駆動線路を挟む構成とした場合にその磁路が非磁性体基板200によって遮断されてしまう。このため、磁性体部材204及び205と非磁性体基板200との境界面に反磁界が発生し、その結果、透磁率がどうしても低減してしまうから上述の要請に充分に応えることができなかった。

【0007】共振周波数を下げるべくインダクタンスを増大させる構造として、磁性体にコイル線を巻き付ける、リボンループ電極を使用する等の方式が知られている。しかし、前者の磁性体に線を巻き付ける構造は量産に馴染まないもので実用化が全く行われていない。また、後者のリボンループ電極を使用する構造については超小型のサーキュレータが開発されているが、(1)コイルがオープンとなっている構造上、外部電磁界等の影響を受け易くハウジングや磁石を離して取り付けなければならないので、実用的な小型化を行うには無理がある、

4

(2)リボンループの片側にのみ磁性体が存在しているので磁性体の容積が少なく、 $\mu_+$ 及び $\mu_-$ 間の差が実効的に大きくならないという問題がある。

【0008】また、従来のサーキュレータはその磁気回転子の平面形状が円形であるため、その側面の端子に回路素子(共振キャパシタ、整合抵抗等)を外付けした場合、その分全体の寸法が大きくなってしまおうという不都合をも有していた。

【0009】さらにまた従来のサーキュレータでは、磁気ヨークを構成するハウジングが、2つに分割されている部品210及び211を機械的に組み立てることにより構成されるものであるため、励磁用磁路の磁気抵抗が非常に高くなってしまい、しかも組み立て作業に多大な手間がかかるものであった。

【0010】従って本発明は、小型化、広帯域化、低損失化、及び／又は低価格化を図ることのできるサーキュレータを提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明によれば、サーキュレータは、その磁気回転子が中間絶縁性磁性体層と、該中間絶縁性磁性体層を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体と、密接状態でこのコイル導体の一部を取り囲むように形成された上部及び下部絶縁性磁性体層とを備えている。

【0012】このように中間絶縁性磁性体層を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体が設けられており、このコイル導体を密接状態で取り囲むように上部及び下部絶縁性磁性体層が形成されているので、コイルパターンの全長が長くなり、しかも磁性体層に埋め込むように形成されるので、コンパクトな形状でありながら必要な値のインダクタンスを確保することができる。また、絶縁性磁性体層が密接状態でコイル導体を取り囲むように形成されているので、磁性体内に不連続部が存在しない。このため、磁気回転子内において高周波磁束が連続する閉ループとなるから反磁界がほとんど発生しない。

【0013】コイル導体が、中間絶縁性磁性体層上及び下部絶縁性磁性体層上に形成された所定パターンの内部導体と、この内部導体の端部を互いに接続するジャンパー導体とからなることが好ましい。

【0014】内部導体と、中間絶縁性磁性体層と、上部及び下部絶縁性磁性体層とが一体的に焼成されたものであることが好ましい。このように、絶縁性磁性体が一体的に焼成されているので、磁性体内に不連続部が全く存在しない。その結果、磁気回転子内において高周波磁束が連続する閉ループとなるから反磁界が全く発生しない。

【0015】絶縁性磁性体層が、内部導体の融点より高い焼結終了温度を有する磁性体材料から構成されていることが望ましい。

5

【0016】この場合、内部導体は溶融された金属で構成されている。

【0017】内部導体が、絶縁性磁性体の焼結終了温度より高い融点を有する導体材料から構成されていてもよい。

【0018】上部及び下部絶縁性磁性体層の外側面上に接地導体層が形成されていることが好ましい。

【0019】本発明のサーキュレータは、全体としては、中間絶縁性磁性体層とこの中間絶縁性磁性体層を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体と密接状態でこのコイル導体の一部を取り囲むように形成された上部及び下部絶縁性磁性体層とからなる磁気回転子と、磁気回転子の側面に設けられており内部導体の一端に電気的に接続された複数の端子電極と、端子電極に結合された回路素子と、磁気回転子に直流磁界を印加するための励磁用永久磁石とを備えている。

【0020】上述の回路素子は、印加周波数と共振させるために端子電極に電気的に結合された複数のキャパシタであってもよい。

【0021】上述の回路素子は、端子電極に外付けされた外付け回路素子であるか又は磁気回転子内にこの磁気回転子と一体的に形成された内設回路素子であってもよい。

【0022】連続する磁路を有する金属製ハウジングが励磁用永久磁石に密着固定されていることが好ましい。励磁用の磁路が切れ目なく連続するように構成することにより、磁気抵抗が非常に小さくなり特性の大幅な向上を図ることができる。

【0023】磁気回転子の平面形状は、多角形、好ましくは六角形である。多角形とすることにより、その側面に回路素子を外付けした場合に、全体の寸法を大きくすることなく空いているスペースを有効に利用することができる。

【0024】内部導体のパターンは、好ましくは、同一平面上において、対称性を有する複数の放射方向にそれぞれ伸長する複数のストリップを有するパターンである。

【0025】このストリップが直線状ストリップを含んでいてもよい。

【0026】内部導体のパターンが、同一平面上においては単一の所定方向に伸長する少なくとも1つの直線状ストリップを含んでいることも好ましい。

【0027】

【実施例】以下図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

【0028】図1は本発明の一実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す一部破断斜視図であり、図2は図1の磁気回転子の分解斜視図、図3は本実施例のサーキュレータ全体の構成を示す分解斜視図、図4は本実施例のサーキュレータの等価回路

6

図、図5は本実施例の磁気回転子の製造工程の一部を説明する図である。

【0029】これらの図に示すように、本実施例のサーキュレータは3端子型であり、従ってその磁気回転子は平面形状が正六角形となるように形成されている。しかしながら、均等な回転磁界が発生できる構造であれば、形状はかならずしも正六角形でなくともよく、六角形又はその他の多角形であってもよい。磁気回転子の平面形状をこのように多角形とすることにより、その側面に共振用キャパシタ等の回路素子を外付けした場合に、空いているスペースを有効に利用することができ、全体の寸法を小型に保つことが可能となる。

【0030】図1において、10は絶縁性磁性体にほぼ取り囲まれて2ターン分巻回されたコイル導体を示している。絶縁性磁性体は上部絶縁性磁性体層11、中間絶縁性磁性体層12、及び下部絶縁性磁性体層13から構成されており、これらは一体的に焼結されて連続層となっている。コイル導体10は、図2にも示されているように、中間絶縁性磁性体層12及び下部絶縁性磁性体層13上にそれぞれ形成された所定パターンの内部導体14及び15と、積層して焼成した後に磁気回転子の側面から露出する内部導体14及び15の端部を互いに接続するコイル用ジャンパー導体16とから構成されている。内部導体14及び15は、本実施例では、それぞれ同一方向に伸長する2本の直線ストリップ状のコイルパターンとなっている。

【0031】コイル導体10の一端は、磁気回転子の1つの側面に露出して図示していない端子電極と電気的に接続されている。磁気回転子の上面及び下面には接地導体17が設けられており、この接地導体17とコイル導体10の上述の側面に露出している他端との間にはこれらを電気的に接続する接地導体用ジャンパー導体18が設けられている。なお、図1及び図2には、1つの端子Aに関してのみのコイル導体10等が示されているが、実際にはこれと同様のコイル導体等が3つの端子A、B及びCに関して設けられている。

【0032】サーキュレータ全体としては、図3に示すように、このように構成された磁気回転子30の3つの端子電極に、共振用キャパシタ31a、31b及び31cが電気的に接続されている。これらキャパシタ31a、31b及び31cとしては、本出願人が既に提案し公開されている特開平5-251262号明細書及び図面に記載されているごとき自己共振周波数の高い貫通型の高周波キャパシタを使用する。この高周波キャパシタは、接地導体、誘電体、内部導体、誘電体の順序で重ねてなる1単位の多層体を少なくとも1単位重ねた上にさらに接地導体、誘電体をこの順序で重ねた多層トリプレート・ストリップ線路構造からなっている。このような貫通型の動作周波数範囲の広いキャパシタを用いることによりQの低下を防止することができる。なお、端子電

7

極とキャパシタとの接続態様は、図4の等価回路図に示す通りである。

【0033】磁気回転子30の上下には、この磁気回転子30に直流磁界を印加するための励磁用永久磁石32及び33がそれぞれ取り付けられている。永久磁石32及び33並びに図3には示されていないハウジングの組み付け構造等については後述する。

【0034】次に本実施例のサーキュレータの製造工程について説明する。

【0035】図5の(A)に示すように、同一絶縁性磁性体材料による上部シート50、中間シート51、及び下部シート52と、内部導体がその上に印刷される基板シート53a、53b、53c、54a、54b及び54cとを用意する。磁性体材料としては、イットリウム鉄ガーネット（以下YIGと称する）を用い、これに次のような成分比を有するシートに形成する。ただし、上部シート50及び下部シート52は通常は100～200 $\mu$ m（好ましくは160 $\mu$ m）のシートを複数枚積層したシート厚が約0.5mmであり、中間シート51は通常は100～200 $\mu$ m（好ましくは160 $\mu$ m）のシートを複数枚積層したシート厚が約1.0mmであり、基板シート53a、53b、53c、54a、54b及び54cはシート厚が約160 $\mu$ mである。

YIG粉末	61.8	重量%
バインダー	5.9	重量%
溶剤	32.3	重量%

【0036】基板シート53a、53b、53c、54a、54b及び54cの上面には、コイルの巻回数に応じた数の上部内部導体55a、55b及び55c並びに下部内部導体56a、56b及び56cが銀ペースト、パラジウムペースト、又は銀-パラジウムペーストの印刷又は転写によってそれぞれ形成される。このように形成した上部シート50、基板シート53c、基板シート53b、基板シート53a、中間シート51、基板シート54c、基板シート54b、基板シート54a、及び下部シート52をこの順序で重ね合わせた後、加温加圧工程でスタックする。これにより、中間シート51の表裏両面に3回対称のコイルパターンが配置されることとなり、その対称性から3端子サーキュレータの端子間の伝播特性が互いに一致せしめられる。

【0037】このようにスタックされたシートを、内部導体の融点（例えば内部導体が銀である場合は、約960℃）以上の温度、例えば1450℃で焼成する。焼成は1回であってもよいし、複数回行ってよい。複数回の場合は少なくとも1回は融点以上の焼成とする。この焼結によって連続する一体的な磁性体ブロックを得る。

【0038】磁性体材料であるYIGの焼結終了温度は内部導体（例えば銀又は銀-パラジウム）の融点より高く、従って、上述の焼成工程では、まず導体（例えば銀又は銀-パラジウム）が密閉状態で熔融した後に磁性体

8

の焼結が行われる。このような素子製造方法は、内部導体熔融法として本出願人により既に提案され公開されている（特開平5-183314号、特開平5-315757号）。このような内部導体熔融法によれば、内部導体が熔融状態になり、構造が緻密化して、導体の接触状態が改善され、線路の損失が低減する。

【0039】上述した内部導体熔融法は、絶縁性の素体と内部導体とを同時焼成する際の温度を導体の融点以上とし、内部導体を熔融状態として構造の緻密化を図ると共に用いる導体粉によって生じる内部導体内の粒界を実質的に消滅させるものである。導体ペーストにてパターンを形成する場合、用いる導体粉（銀粉）は、銀の含有量が90重量%以上のもの、特に純度99重量%以上のものを用いることが好ましい。導体ペースト中の導体粉の含有量は、60～95重量%、特に70～90重量%とすることが望ましい。また、熔融後の網目構造の発生を減少させるために導体粉融点付近に軟化点を有する30体積%以下のガラスフリットを導体粉に添加することもある。

【0040】なお、図5の(A)では、上部シート50、中間シート51、下部シート52、並びに基板シート53a、53b、53c、54a、54b及び54cをそれぞれ正六角形に分離した状態で説明しているが、実際には、多数の磁気回転子に係る内部導体を印刷配列したシートをスタックした状態で焼結前に又は焼結後に各磁気回転子毎に切断することが量産上から望ましい。焼結前に切断した場合は、切断して得た多数の正六角形状の磁気回転子を上述のごとく焼成する。焼結前に切断するか又は焼結後に切断するかは、内部導体に用いる金属の種類及び切断方法に応じて選択される。例えば、内部導体として銀を用いる場合は、熔融によって銀が流出しないように、焼成後に切断される。内部導体としてパラジウムを用いる場合は焼成前に切断が可能である。

【0041】図6は、シート上における各磁気回転子の配列例を示す分解斜視図である。同図に示すように、上部シート50、中間シート51、及び下部シート52と、上面に多数の内部導体をそれぞれ印刷した基板シート53a、53b、53c、54a、54b及び54cとを用意し、これらを図に示す順序でスタックして焼成した後に、各単体に切断する。シート上における各磁気回転子の配列を図5に示すようにすると、切断が直線的であるから容易となりかつ焼成後も切断可能となるが、不要となる材料面積が大きくなってしまう。シート上における各磁気回転子の配列については、図6に示すような切断の容易な配列としてもよいし、これ以外の配列としてもよい。

【0042】図7はシート上における各磁気回転子の他の配列例における切断工程を説明する平面配置図である。同図の例は、隣接する磁気回転子間にスペースが存在しないように稠密に六角形を配置させたものであり、

9

このように配置とすれば材料の歩留の点で有利となる。まず、同図の (A) に示すごとく、稠密に六角形が配置されるようにパターン印刷を行った各シートをスタックする。次に各六角形の境界に沿ってスナップ目を入れる。次いで、1回のパンチングによって同図の (B) に示す六角形磁気回転子部分 a を分離する。次に1回のパンチングによって六角形磁気回転子部分 b を分離する。この2回のパンチングによって六角形磁気回転子部分 c も分離でき、全ての磁気回転子の切断が行われることとなる。このように切断された磁気回転子は、上述のごとく焼成される。

【0043】切断及び焼成処理の後、各磁気回転子は、バレル研磨されて側面に現れる内部導体が露出せしめられ、かつ焼結体のコーナーの面取りが行われる。その後、磁気回転子の各側面にコイル用ジャンパー導体、接地導体用ジャンパー導体、端子電極を、その上面及び下面に接地導体 57 を焼き付けて形成する。例えば、図 5 の (B) における手前の側面 (端子 A が存在する側面) については、この側面に露出している内部導体 55 a 及び 56 a 間を電氣的に接続するコイル用ジャンパー導体 58 a と、この側面に露出している内部導体 55 a (従ってコイル導体) の一端と上面及び下面の接地導体 57 とを電氣的に接続する接地導体用ジャンパー導体 59 a と、この側面に露出している内部導体 56 a (従ってコイル導体) の他端に電氣的に接続される端子電極 60 a とを形成する。また、その右側の側面 (端子 C に関するコイルの折り返し用の側面) については、この側面に露出している内部導体 54 c 及び 55 c 間を電氣的にそれぞれ接続するコイル用ジャンパー導体 61 c 及び 62 c を形成する。これにより、端子電極から始まり磁性体内で 2 ターン巻回されて接地導体に接続されて終わる 3 組のコイル導体が形成されることとなる。

【0044】このようにして完成した磁気回転子は、直径 4 mm の円に内接する正六角形の平面形状を有し、その厚さが 1 mm である。この磁気回転子の各端子電極 (46) に、図 2 に示すように、共振用キャパシタ 31 a、31 b 及び 31 c を組み付けてリフロー法等によりはんだ付けする。その後、直流磁界を印加するための励磁用永久磁石と磁気ヨークを兼用する金属ハウジングとを組み付けてサーキュレータが完成する。

【0045】図 8 は、ハウジング自体の構造、並びに磁気回転子に励磁用永久磁石及びハウジングを組み付けたサーキュレータの構造を示す分解斜視図及び斜視図である。ハウジングを組み付ける場合には、同図の (A) に示すように、まず共振用キャパシタ (81 a) をその 1 つおきの側面にそれぞれ取り付け付けた磁気回転子 80 の上下面に励磁用永久磁石 82 及び 83 をそれぞれ積み重ねる。そして、側面から絶縁物支持体 84 及び 85 を押し当てることにより、この磁気回転子 80 並びに励磁用永久磁石 82 及び 83 を支持する。その際、絶縁物支持体

10

84 及び 85 に設けられた入出力端子 86 a と磁気回転子 80 に取り付けられた共振用キャパシタ 81 a (又は取り出し端子) との間に、クリームはんだを付着させた接続リード 87 a を挟んで機械的に押し止める。接続リード 87 a は、例えば、弾性を有する U 字形の薄い銅製ストリップで構成される。また、絶縁物支持体 84 及び 85 は、セラミック、ガラスエポキシ樹脂又はその他の高温に耐える樹脂で成型される。

【0046】次いで、同図 (B) に示すように、このように絶縁物支持体 84 及び 85 によって支持された磁気回転子及び励磁用永久磁石の組立体 88 を金属ハウジング 89 内に密着的に挿入し、かしめ用突起 90 を折り曲げて固定する。これにより金属ハウジング 89 と励磁用永久磁石 82 及び 83 とが密着固定されることとなる。金属ハウジング 89 は、磁気ヨークとして動作可能な金属、好ましくは鋼板で構成されており、その表面には、ニッケルやクロム等のめっき処理が施されている。このハウジング 89 は、対向する 2 面が開口しその他の面が連続している角筒形状を有している。このようにして組み立てたものを、リフロー炉に通してはんだを溶融させ、接続リード 87 a 及び入出力端子 86 a 間、接続リード 87 a 及び共振用キャパシタ 81 a (又は取り出し端子) 間の接続を行う。図 8 の (C) は、このようにして完成させたサーキュレータ 91 を示している。

【0047】サーキュレータの動作周波数帯域及び損失は、ほとんどが磁気回転子の性能で決定する。即ち、透磁率  $\mu_+$  及び  $\mu_-$  間の差が大きく、磁気正接及びコイルの抵抗が小さいほど、広帯域、低損失の磁気回転素子となる。また、透磁率  $\mu_+$  及び  $\mu_-$  が大きくコイルの巻数が多くなれば (コイルの長さが大きくなれば)、コンパクトな寸法であっても必要なインダクタンスが得られることとなる。本実施例のごとく、内部導体溶融法を用いて形成した磁気回転子によれば、以下に述べるような利点が得られる。

(1) 磁性体が焼結によって連続状態となるので磁気回転子内において高周波磁束が閉じる。その結果、反磁界が発生しないから  $\mu_+$  及び  $\mu_-$  の値が大きくなり、インダクタンス増加に応じた小型化が図れる。

(2) 磁性体が焼結によって連続状態となるので磁気回転子内において高周波磁束が閉じる。その結果、反磁界が発生しないから  $\mu_+$  及び  $\mu_-$  間の差が大きくなり、動作周波数帯域が広がる。

(3) コイル導体が溶融法により形成されるので抵抗が小さくなり、損失が小さくなる。

(4) 量産に適した構造であるため、量産効果によるコストダウンの幅が大きくなる。

(5) 駆動線路を 3 階構造としているので、ビアホールが存在せず、従って製造工程が簡略化されて容易となるのみならず挿入損失の増加を抑えることが可能となる。



11

(6) 磁気ヨークが分割されておらず一体化されて連続する磁路を有しており励磁用永久磁石に密着固定されているので、励磁用の磁路が切れ目なく連続するようになり、磁気抵抗が非常に小さくなり特性の大幅な向上を図ることができる。

【0048】図9は、本実施例によるサーキュレータ（内部導体溶融法）と従来のサーキュレータ（組立式）との特性を比較する図であり、横軸は周波数、縦軸は非伝播端子間挿入損失及び伝播端子間挿入損失を示している。本実施例によるサーキュレータが、従来のサーキュレータと同じ大きさでありながら動作中心周波数が低くしかも損失が小さいことは、同図からも明らかである。

【0049】図10は本発明の他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。この実施例は、上側ユニットと下側ユニットとによりコイル導体が1ターン分巻回されている点、及び内部導体のパターンとして1本の直線状ストリップを用いてヘアピン状線路を構成している点で図1の実施例の場合と異なっているが、その他の構成や、製造方法、並びに磁性体材料及び導体材料については、図1の実施例の場合と同様である。

【0050】即ち、図10に示すように、同一絶縁性磁性体材料による基板シート100a及び100bと、中間シート101と、基板シート102a及び102bとがこの順序で積層され一体的に焼結されて連続層となっている。なお、図示されていないが、基板シート100aの上及び基板シート102bの下には実際には、同じ絶縁性磁性体材料による上部シート及び下部シートがそれぞれ積層されており、上述のシートと一体的に焼成されている。

【0051】上側ユニットを構成する基板シート100b及び下側ユニットを構成する基板シート102bの上面には、3つの放射方向（六角形の少なくとも1つの辺に垂直な放射方向）に伸長するそれぞれが1本の直線的なストリップ状のコイルパターンからなる内部導体（コイル導体）103a、103b及び103cと、104a、104b及び104cとがそれぞれ形成されている。さらに、これら基板シート100b及び102bの下面、及び基板シート100a及び102aの上面には、クロスオーバー用のパターンからなる内部導体105b、105d、105a及び105cがそれぞれ形成されている。基板シート100a、100b、102a及び102bの所定位置には、これらシートを貫通するビアホール106、107、108及び109がそれぞれ形成されており、各ビアホール位置には、その直径よりやや大きい面積のビアホール導体が形成されている。これらビアホール導体によって、内部導体103a、103b、104a及び104bの各ストリップがクロスオーバー用の内部導体105b、105a、105d及び105cとそれぞれ接続されており、さら

12

に、上下のユニットが磁気回転子の側面に設けられているコイル用ジャンパー導体（図示なし）によって接続されており、これによってコイル導体が構成されている。即ち、内部導体103a、103b及び103cの一端と、104a、104b及び104cの一端とがコイル用ジャンパー導体によってそれぞれ接続されている。

【0052】接続経路の一例を図10において説明すると、入出力端子→内部導体104bの一端→ビアホール108→クロスオーバー用内部導体105c→ビアホール108→内部導体104bの他端→コイル用ジャンパー導体→内部導体103bの一端→ビアホール106→クロスオーバー用内部導体105a→ビアホール106→内部導体103bの他端→接地端子となる。図示されていない上部シートの上面及び下部シートの下面には、磁気回転子用接地導体がそれぞれ形成される。

【0053】本実施例では、内部導体のパターンが各方向にそれぞれ伸長する1本の直線的なストリップ状のコイルパターンからなっており、しかも駆動線路のほとんどが同一平面上に形成されているため、各端子の高周波対称性が非常に良好となる。また、ビアホールの数が比較的少ないため、製造が容易となるのみならず挿入損失の増加を抑えることが可能となる。また、集積型インダクタのデータによれば、コイルの始点の後に終点があつてコイルが完全にクローズするとインダクタンスが急増することが知られており、本実施例では、コイル導体がほぼクローズの状態である1ターン分巻回されているので、小型であっても高いインダクタンスを得ることができる。本実施例のその他の作用効果は図1の実施例の場合と同様である。

【0054】図11は本発明のさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。この実施例は、コイル導体が1.5ターン分巻回されている点、及び上側ユニットの内部導体のパターンとして各組がビアホール部分を避けて同一放射方向に伸長する2本のストリップ状パターンからなる3組のコイルパターンを用い下側ユニットの内部導体のパターンとして1本の直線状ストリップを用いている点で図1の実施例の場合と異なっているが、その他の構成や、製造方法、並びに磁性体材料及び導体材料については、図1の実施例の場合と同様である。

【0055】即ち、図11に示すように、同一絶縁性磁性体材料による基板シート110と、中間シート111と、基板シート112a及び112bとがこの順序で積層され一体的に焼結されて連続層となっている。なお、図示されていないが、基板シート110の上及び基板シート112bの下には実際には、同じ絶縁性磁性体材料による上部シート及び下部シートがそれぞれ積層されており、上述のシートと一体的に焼成されている。

【0056】上側ユニットを構成する基板シート110の上面及び下面には、各組が同一放射方向に伸長する2

13

本のストリップ状パターンからなる3組のコイルパターンによる上部内部導体113a、113b及び113c並びに下部内部導体114a、114b及び114cがそれぞれ形成されている。この基板シート110の所定位置には、このシートを貫通するビアホール115a、115b及び115cが形成されている。上部内部導体113a、113b及び113cの一端と下部内部導体114a、114b及び114cの一端とがビアホール115a、115b及び115c内のビアホール導体を介して電氣的にそれぞれ接続されている。

【0057】下側ユニットを構成する基板シート112bの上面には、3つの放射方向（六角形の少なくとも1つの辺に平行な放射方向）に伸長するそれぞれが1本の直線的なストリップ状のコイルパターンからなる内部導体（コイル導体）116a、116b及び116cが形成されている。さらに、この基板シート112bの下面及び基板シート112aの上面には、クロスオーバー用のパターンからなる内部導体117a及び117bがそれぞれ形成されている。基板シート112a及び112bの所定位置には、これらシートを貫通するビアホール118及び119がそれぞれ形成されており、各ビアホール位置には、その直径よりやや大きい面積のビアホール導体が形成されている。これらビアホール導体によって、内部導体116a及び116bの各ストリップがクロスオーバー用の内部導体117a及び117bとそれぞれ接続されている。

【0058】さらに、上下のユニットが磁気回転子の側面に設けられているコイル用ジャンパー導体（図示なし）によって接続されており、これによってコイル導体が構成されている。即ち、内部導体113a、113b及び113cの一端と、内部導体116a、116b及び116cの一端とがコイル用ジャンパー導体によってそれぞれ接続され、さらに内部導体116a、116b及び116cの他端と、内部導体114a、114b及び114cの一端とがコイル用ジャンパー導体によってそれぞれ接続されている。

【0059】接続経路の一例を図11において説明すると、入力端子→内部導体114cの一方のストリップ→ビアホール115c→内部導体113cの一方のストリップ→コイル用ジャンパー導体→内部導体116cの一端→内部導体116cの他端→コイル用ジャンパー導体→内部導体114cの他方のストリップ→ビアホール115c→内部導体113cの他方のストリップ→接地端子となる。図示されていない上部シートの上面及び下部シートの下面には、磁気回転子用接地導体がそれぞれ形成される。

【0060】本実施例では、コイル導体がほぼクローズの状態で1.5ターン分巻回されているので、小型であってもより高いインダクタンスを得ることができる。本実施例のその他の作用効果は図1の実施例の場合と同様

14

である。

【0061】図12は本発明のまたさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。この実施例は、コイル導体が2ターン分巻回されている点、並びに上側ユニット及び下側ユニットの内部導体のパターンとして各組がビアホール部分を避けて同一放射方向に伸長する2本のストリップ状パターンからなる3組のコイルパターンをそれぞれ用いている点で図1の実施例の場合と異なっているが、その他の構成や、製造方法、並びに磁性体材料及び導体材料については、図1の実施例の場合と同様である。

【0062】即ち、図12に示すように、同一絶縁性磁性体材料による基板シート120aと、中間シート121と、基板シート120bと、下部シート122とがこの順序で積層され一体的に焼結されて連続層となっている。なお、図示されていないが、基板シート120aの上には実際には、同じ絶縁性磁性体材料による上部シートが積層されており、上述のシートと一体的に焼成されている。

【0063】上側ユニットを構成する基板シート120aの上面及び中間シート121の上面には、各組が同一放射方向に伸長する2本のストリップ状パターンからなる3組のコイルパターンによる上部内部導体123a、123b及び123c並びに下部内部導体124a、124b及び124cがそれぞれ形成されている。この基板シート120aの所定位置には、このシートを貫通するビアホール125a、125b及び125cが形成されている。上部内部導体123a、123b及び123cの一端と下部内部導体124a、124b及び124cの一端とがビアホール125a、125b及び125c内のビアホール導体を介して電氣的にそれぞれ接続されている。

【0064】下側ユニットを構成する基板シート120b上面及び下部シート122の上面にも、同様の2本のストリップ状パターンからなる3組のコイルパターンによる上部内部導体126a、126b及び126c並びに下部内部導体127a、127b及び127cがそれぞれ形成されている。この基板シート120bの所定位置には、このシートを貫通するビアホール128a、128b及び128cが形成されている。上部内部導体126a、126b及び126cの一端と下部内部導体127a、127b及び127cの一端とがビアホール128a、128b及び128c内のビアホール導体を介して電氣的にそれぞれ接続されている。

【0065】さらに、上下のユニットが磁気回転子の側面に設けられているコイル用ジャンパー導体（図示なし）によって接続されており、これによってコイル導体が構成されている。即ち、内部導体123a、123b及び123cの一端と、内部導体126a、126b及び



15

び126cの一端とがコイル用ジャンパ導體によってそれぞれ接続され、さらに内部導體127a、127b及び127cの一方のストリップの一端と、内部導體124a、124b及び124cの一方のストリップの一端とがコイル用ジャンパ導體によってそれぞれ接続されている。

【0066】接続経路の一例を図12において説明すると、入出力端子→内部導體124bの一方のストリップ→ビアホール125b→内部導體123bの一方のストリップ→コイル用ジャンパ導體→内部導體126bの一方のストリップ→ビアホール128b→内部導體127bの一方のストリップ→コイル用ジャンパ導體→内部導體124bの他方のストリップ→ビアホール125b→内部導體123bの他方のストリップ→コイル用ジャンパ導體→内部導體126bの他方のストリップ→ビアホール128b→内部導體127bの他方のストリップ→接地端子となる。図示されていない上部シートの上面と、下部シート122の下面とには、磁気回転子用接地導體がそれぞれ形成される。

【0067】本実施例では、コイル導體がほぼクローズの状態で2ターン分巻回されているので、小型であってもより高いインダクタンスを得ることができる。本実施例のその他の作用効果は図1の実施例の場合と同様である。

【0068】図13は本発明のさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を示す斜視図である。この実施例は、磁気回転子130の側面に印刷によって設けられたコイル用ジャンパ導體131のパターンが斜めのパターンである点を除いて図1の実施例と全く同じ構成及び作用効果を有するものである。

【0069】図14は本発明のまたさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子及び接続用端子基板の構成を示しており、(A)は磁気回転子の斜視図、(B)はその接続用端子基板の分解斜視図、及び(C)はこの磁気回転子の側面図である。この実施例では、磁気回転子140の側面には内部導體に接続される端子141a、141b、141c及び141dのみが印刷によって設けられており、外部との接続用端子及びジャンパ線等は共振用キャパシタを内蔵する外付けの接続用端子基板142に組み込まれている。

【0070】接続用端子基板142は、同図の(B)に示すように、第1の誘電体層142a及び第2の誘電体層142bを有する多層誘電体基板で構成されており、第1の誘電体層142aの表面及び側面には、コイル用ジャンパ導體142c、入出力端子142d及び接地導體142eが印刷により設けられている。第2の誘電体層142bの表面にはキャパシタ用電極142fが印刷により設けられており、その裏面にはキャパシタ用接地電極142gが印刷により設けられている。この接続用端子基板142が磁気回転子140の側面にに取り付け

16

られた場合、コイル用ジャンパ導體142cは、同図の(C)からも明らかのように、磁気回転子140の端子141bと141cとを接続する。入出力端子142dは、キャパシタ用電極142fと導通しており、端子141aに接続される。接地導體142eは、端子141dと磁気回転子140の上面に設けられている接地導體140aとに接続される。キャパシタ用電極142fと接地導體140aに接続されるキャパシタ用接地電極142gとの間で共振用キャパシタが形成されている。

【0071】本実施例における、磁気回転子140の内部構成は、図1の実施例の場合と全く同様である。この実施例のように、外部との接続用端子及びジャンパ線等を共振用キャパシタと共に内蔵する外付けの接続用端子基板142を用いることにより、磁気回転子の側面にジャンパ導體、接地導體等を印刷することなく、共振用キャパシタを取り付ける工程を実施するのみでこれらの配線が全て完了することとなり、製造工程が非常に簡略化され、コストを低減することができる。

【0072】図15は本発明のさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。この実施例は、磁性体シートと同じ形状の誘電体シート及びキャパシタ用電極を磁気回転子に積層することにより共振用キャパシタを磁気回転子と一体的に形成している。磁気回転子部分は、この実施例では、図1の実施例と同様に絶縁性磁性体にほぼ取り囲まれて2ターン分巻回されたコイル導體を3組有する構成となっている。

【0073】本実施例の磁気回転子部分についてより詳しく説明すると、絶縁性磁性体材料による上部シート150、中間シート151、及び下部シート152と、内部導體がその上に印刷されており同じ絶縁性磁性体材料による基板シート153a、153b、153c、154a、154b及び154cが積層され一体的に焼結されて連続層となっている。基板シート153a、153b、153c、154a、154b及び154cの上面には、コイルの巻回数に応じた数の上部内部導體155a、155b及び155c並びに下部内部導體156a、156b及び156cがそれぞれ形成されている。上部内部導體155a及び下部内部導體156a、上部内部導體155b及び下部内部導體156b、並びに上部内部導體155c及び下部内部導體156cは、それぞれ、焼成後に磁気回転子の側面から露出しているそれらの端部を接続するコイル用ジャンパ導體(図示なし)によって次々に接続され、これによって上述のコイル導體が構成される。上部シート150の上面及び下部シート152の下面には、磁気回転子用接地導體がそれぞれ形成されている。

【0074】磁気回転子部分の製造方法、並びに磁性体材料及び導體材料については、図1の実施例の場合と同様である。なお、この磁気回転子部分は、磁性体シート

17

の両面に上述のごときパターンの内部導体を印刷するようにしてもよいし、図15に示す構造と異なる図10、図11、又は図12に示すごときのものであってもよい。

【0075】共振用キャパシタ部分は、上部シート150の上面に形成された磁気回転子用接地導体150aと、その上に積層された磁気回転子と同じ正六角形形状の第1の誘電体シート157と、この誘電体シート157の上面に形成されたキャパシタ電極158と、その上に積層された磁気回転子と同じ正六角形形状の第2の誘電体シート159と、この誘電体シート159の上面に形成されたキャパシタ用接地電極159aとからなっている。キャパシタ電極158は、磁気回転子の側面に形成されるキャパシタ用ジャンパー導体（図示なし）を介して上述のコイル導体の一端に接続されている。磁気回転子用接地導体150aは、キャパシタ用ジャンパー導体と短絡されるのを防止するため、その一部が切欠かれている。この磁気回転子用接地導体150aは、キャパシタ用接地電極をも兼用している。このように、キャパシタ電極158及び磁気回転子用接地導体150a間と、キャパシタ電極158及びキャパシタ用接地電極159a間とにそれぞれキャパシタが形成されることとなるが、容量が充分である場合には第2の誘電体シート159及びキャパシタ用接地電極159aを省略してもよい。その場合、キャパシタ電極158を出力端子として利用することができる。

【0076】本実施例においては、磁気回転子部分と共振用キャパシタ部分とは積層された後に一体的に焼成されるが、誘電体と磁性体とでは焼成特性が異なるので同時焼成が不可能な場合は、磁気回転子部分と共振用キャパシタ部分とを個別に焼成しはんだ付けにより両者を組立てるようにしてもよい。その場合、上部シート150の上面に磁気回転子用接地導体の代わりにキャパシタ電極158を設け、第1の誘電体シート157を省略してキャパシタ用接地電極159aを磁気回転子用接地導体に兼用することも考えられるが、磁気回転子の一部に誘電体が挿入されてしまうため、透磁率の低下が生じるから好ましくない。

【0077】本実施例では共振用キャパシタを磁気回転子と一体的に形成しているので、外付けでキャパシタを取り付ける必要がなくなり、その分製造工程が簡易化されるのみならず、サーキュレータを小型化することができる。

【0078】図16は本発明のまたさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。この実施例は、磁性体を誘電体として動作させ磁気回転子内に共振用キャパシタを一体的に形成したものである。磁気回転子部分は、この実施例では、図1の実施例と同様に絶縁性磁性体にほぼ取り囲まれて2ターン分巻回されたコイル導体を3組有する構成となっている。

18

【0079】本実施例の磁気回転子部分についてより詳しく説明すると、絶縁性磁性体材料による最上部シート168、上部シート160、中間シート161、及び下部シート162と、内部導体がその上に印刷されており同じ絶縁性磁性体材料による基板シート163a、163b、163c、164a、164b、及び164cが積層され一体的に焼結されて連続層となっている。基板シート163a、163b、163c、164a、164b、及び164cの上面には、コイルの巻回数に応じた数の上部内部導体165a、165b、及び165c並びに下部内部導体166a、166b、及び166cがそれぞれ形成されている。上部内部導体165a及び下部内部導体166a、上部内部導体165b及び下部内部導体166b、並びに上部内部導体165c及び下部内部導体166cは、それぞれ、焼成後に磁気回転子の側面から露出しているそれらの端部を接続するコイル用ジャンパー導体（図示なし）によって次々に接続され、これによって上述のコイル導体が構成される。最上部シート168の上面及び下部シート162の下面には、磁気回転子用接地導体がそれぞれ形成されている。

【0080】磁気回転子部分の製造方法、並びに磁性体材料及び導体材料については、図1の実施例の場合と同様である。なお、この磁気回転子部分は、磁性体シートの両面に上述のごときパターンの内部導体を印刷するようにしてもよいし、図16に示す構造と異なる図10、図11、又は図12に示すごときのものであってもよい。

【0081】共振用キャパシタ部分は、上部シート160の上面に形成されたキャパシタ電極167と、その上に積層された最上部シート168と、この最上部シート168の上面に形成されたキャパシタ用接地電極（磁気回転子用接地導体と兼用）169とからなっている。キャパシタ電極167は、磁気回転子の側面に形成されるキャパシタ用ジャンパー導体（図示なし）を介して上述のコイル導体の一端に接続されている。磁性体による最上部シート168は、磁気回転子内の磁性体の一部として動作すると共に、キャパシタ電極167及びキャパシタ用接地電極169間の誘電体としても動作することとなる。本実施例は、サーキュレータ容量値が小さくともよい場合に用いられるものであり、キャパシタ電極167はサーキュレータの動作に影響しないような位置に形成される。

【0082】本実施例においても共振用キャパシタを磁気回転子と一体的に形成しているので、外付けでキャパシタを取り付ける必要がなくなり、その分製造工程が簡易化されるのみならず、サーキュレータを小型化することができる。

【0083】図17は本発明のさらに他の実施例である3端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。この実施例では、図1の実施例において磁気回転子に共振用キャパシタをはんだ付けする

19

際に、基板170上にこれら磁気回転子及び共振用キャパシタを取り付けた状態で行うようにしている。基板170が付加されていることを除く本実施例の構成及び作用効果は、図1の実施例の場合と全く同じである（図3参照）。

【0084】図18は本発明のさらに他の実施例である3端子サーキュレータの一部の構成を概略的に示す分解斜視図であり、図19は図18のサーキュレータの構成原理図である。この実施例は、サーキュレータを集中定数型LC直列共振回路又は半波長共振線路でグランドから浮かせることによりその動作周波数の広帯域化を図ったものである。直列共振回路をサーキュレータ外部導体と接地導体との間にこのサーキュレータの中心軸に対しほぼ回転対称に配置することによってサーキュレータの広帯域化を図ることは、特公昭52-32713号明細書及び図面から公知である。

【0085】図18において、180は前述したいずれの実施例によるものであってもよい磁気回転子を示している。この磁気回転子180の下側には磁気回転子と同じ平面形状のトリプレート線路型共振器181が積層されている。トリプレート線路型共振器181は、内部導体と同時焼成が可能であり誘電率90程度の高誘電率誘電体シート182と、この誘電体シート182の上面の中心と同軸に設けられた円形のキャパシタ用電極183と、誘電体シート182の下に積層された誘電体基板184と、この誘電体基板184の上面に形成されており中央部にキャパシタ用電極185aが形成されているらせん状線路導体185と、誘電体基板184の下面に形成された接地導体（図示なし）とからなっている。キャパシタ用電極183とらせん状線路導体185の中央部のキャパシタ用電極185aとの間でキャパシタを構成し、らせん状線路導体185のらせん状線路がインダクタを構成する。らせん状線路導体185の他端185bはトリプレート線路型共振器181の側部に設けられた接続線路を介して誘電体基板184の下面の接地導体に接続されている。

【0086】トリプレート線路型共振器181を形成するには、キャパシタ用電極183を設けた誘電体シート182とらせん状線路導体185を設けた誘電体基板184とを積層し内部導体とこれら誘電体とを同時焼成する。磁気回転子180とトリプレート線路型共振器181との結合は、これらを個別に形成して積層し、はんだリフロー法によって、磁気回転子の下面に設けられた接地導体の電氣的中央位置にキャパシタ用電極183を接続することによってなされる。

【0087】以上の説明はトリプレート線路型共振器をLC直列共振回路で形成する場合である。半波長共振線路を用いてトリプレート線路型共振器を形成するには、らせん状線路導体を半波長の長さの設定すると共に、誘電体シート（182）の中心部にキャパシタ用電極（1

20

83）の代わりにヴィアホール及びヴィアホール導体を設け、中央部にあるらせん状線路導体の一端とこのヴィアホール導体とを接続する。らせん状線路導体の他端（185b）はトリプレート線路型共振器181の側部に設けられた接続線路を介して誘電体基板（184）の下面の接地導体に接続される。そして、上述の誘電体シート（182）とらせん状線路導体を設けた誘電体基板（184）とを積層し内部導体とこれら誘電体とを同時焼成する。磁気回転子とトリプレート線路型共振器との結合は、これらを個別に形成して積層し、はんだリフロー法によって、磁気回転子の下面に設けられた接地導体の電氣的中央位置にヴィアホール導体を接続することによってなされる。

【0088】本実施例のごとく、一体焼成された磁気回転子にトリプレート線路型共振器を積層して結合した構成とすれば、共振器をサーキュレータの中心軸に対し回転対称に対称性よく配置することが容易にかつ精度よく行えるので、小型かつ広帯域のサーキュレータを生産性よく得ることができる。

【0089】以上述べた実施例では、内部導体を銀ペースト、パラジウムペースト又は銀-パラジウムペーストを印刷することによって形成しているが、銀箔を打ち抜いて内部導体を形成してもよい。特に、抵抗損失が顕著でなくしかも磁性体と固溶しない場合に、金、パラジウム、銀-パラジウム又はそれらの合金で形成して好適である。

【0090】磁性体についても、内部導体と固溶しなければ、YIG以外の絶縁性磁性体材料を用いることが可能である。

【0091】内部導体として、磁性体の焼結終了温度より高い融点を有する導体材料を用い、内部導体を溶融せずに焼成するようにしても本発明のサーキュレータを構成することが可能である。

【0092】コイル導体の巻数も2ターンに限ることなく1ターン以上であれば何ターンであってもよい。巻数が大きくなればその分インダクタンスも大きくなる。

【0093】また、上述の実施例は3端子型サーキュレータに関するものであるが、本発明はそれ以上の数の端子を有するサーキュレータについても適用可能である。

さらに、本発明のサーキュレータを発展させて例えばアイソレータ等の非可逆回路素子を容易に作成できることも明らかである。

【0094】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、サーキュレータは、その磁気回転子が中間絶縁性磁性体層と、中間絶縁性磁性体層を挟んで少なくとも1ターン巻回したパターンを有するコイル導体と、密接状態でコイル導体の一部を取り囲むように形成された上部及び下部絶縁性磁性体層とを備えているコイルパターンの全長が長くなり、しかも磁性体層に埋め込むように形成

されるので、コンパクトな形状でありながら必要な値のインダクタンスを確保することができる。また、絶縁性磁性体層が密接状態でコイル導体を取り囲むように形成されているので、磁性体内に不連続部が存在しない。このため、磁気回転子内において高周波磁束が連続する閉ループとなるから反磁界が発生しない。その結果、小型化、広帯域化、低損失化、及び低価格化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す一部破断斜視図である。

【図 2】図 1 の実施例における磁気回転子の分解斜視図である。

【図 3】図 1 の実施例のサーキュレータ全体の構成を示す分解斜視図である。

【図 4】図 3 のサーキュレータの等価回路図である。

【図 5】図 1 の磁気回転子の製造工程の一部を説明する図である。

【図 6】シート上における各磁気回転子の配列例を示す分解斜視図である。

【図 7】各磁気回転子のシートからの切断工程を説明する平面配置図である。

【図 8】ハウジング自体の構造並びに磁気回転子に励磁用永久磁石及びハウジングを組み付けたサーキュレータの構成を示す分解斜視図及び斜視図である。

【図 9】図 1 の実施例によるサーキュレータ及び従来のサーキュレータの特性を比較する図である。

【図 10】本発明の他の実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 11】本発明のさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 12】本発明のまたさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 13】本発明のさらに他の実施例である 3 端子サー

キュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す斜視図である。

【図 14】本発明のまたさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子及び接続用端子基板の構成を示す斜視図、分解斜視図、及び側面図である。

【図 15】本発明のさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 16】本発明のまたさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの磁気回転子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 17】本発明のさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの一部の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 18】本発明のさらに他の実施例である 3 端子サーキュレータの一部の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 19】図 18 のサーキュレータの構成原理図である。

【図 20】従来の集中定数型サーキュレータにおける磁気回転子の分解斜視図である。

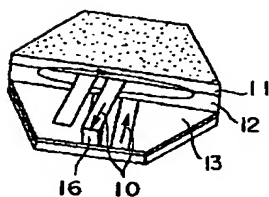
【図 21】従来の集中定数型サーキュレータの組立ての様子を示す分解斜視図である。

【図 22】回転高周波磁界に対する磁性体の透磁率を示す特性図である。

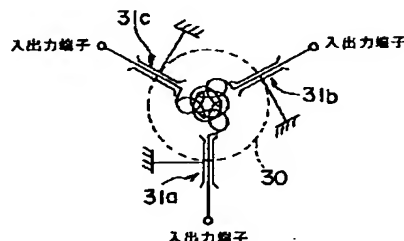
#### 【符号の説明】

- 10 コイル導体
- 11 上部絶縁性磁性体層
- 12 中間絶縁性磁性体層
- 13 下部絶縁性磁性体層
- 14、15 内部導体
- 16 コイル用ジャンパー導体
- 17 接地導体
- 18 接地導体用ジャンパー導体
- 30 磁気回転子
- 31a、31b、31c 共振用キャパシタ
- 32、33 励磁用永久磁石

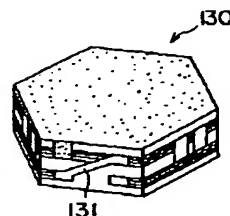
【図 1】



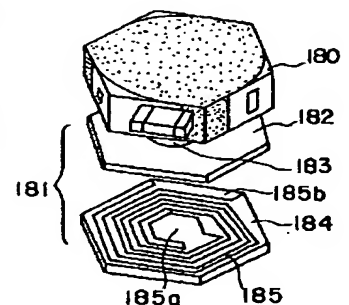
【図 4】



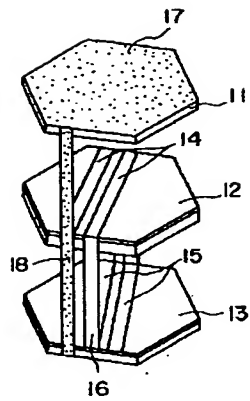
【図 13】



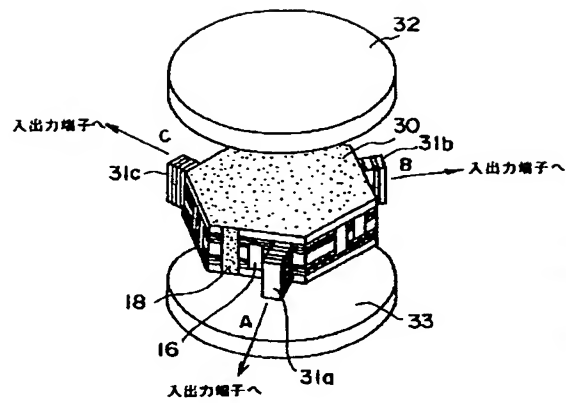
【図 18】



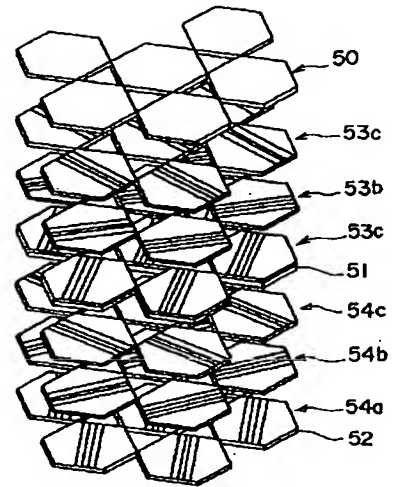
【図2】



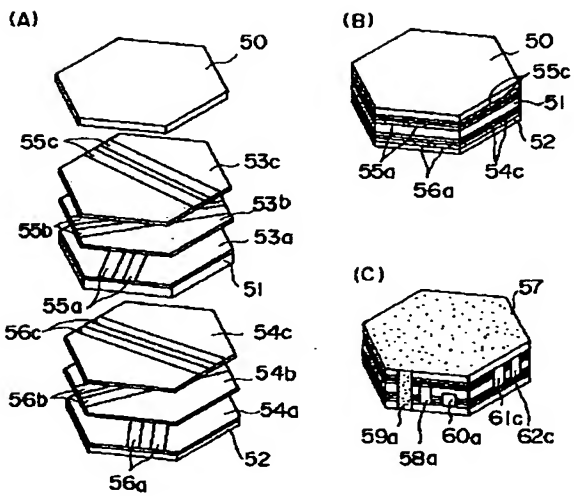
【図3】



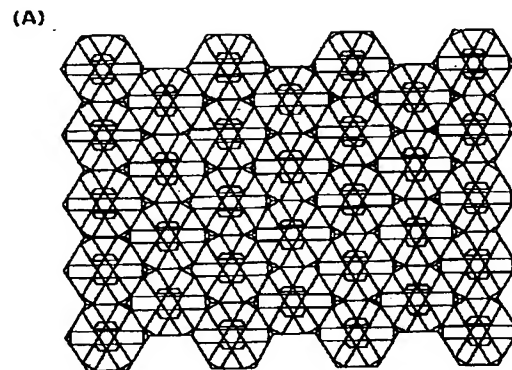
【図6】



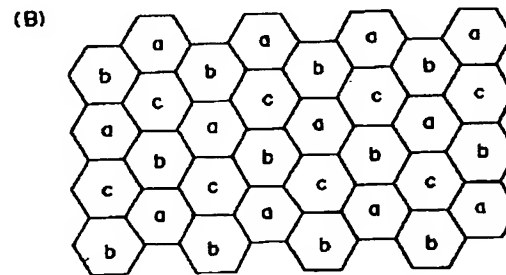
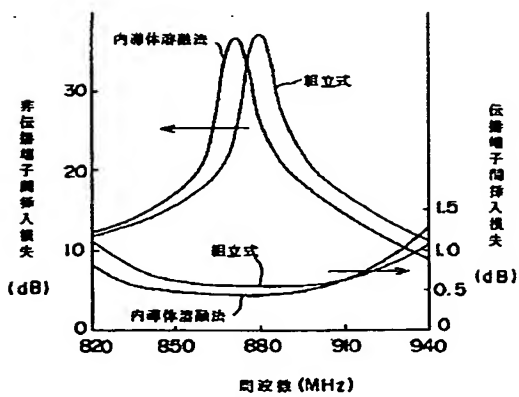
【図5】



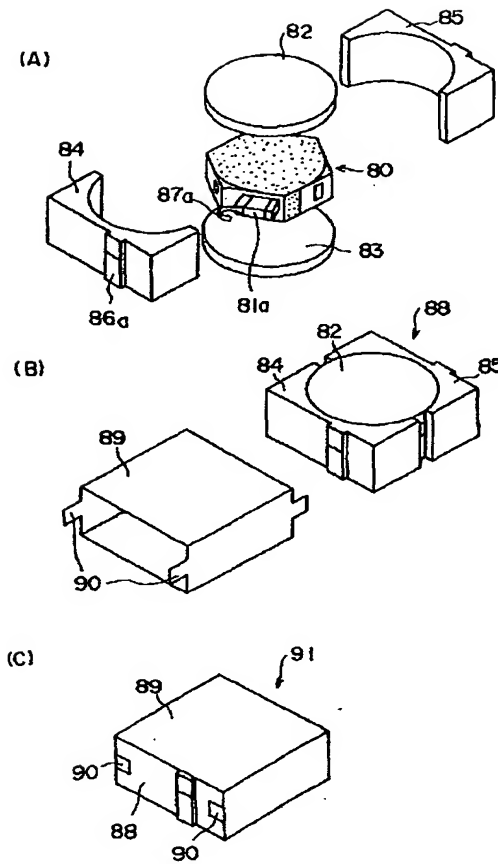
【図7】



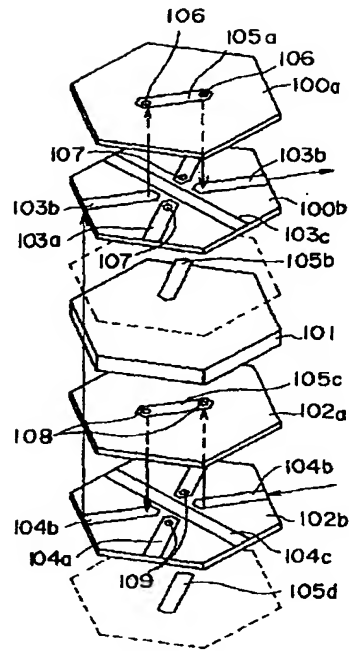
【図9】



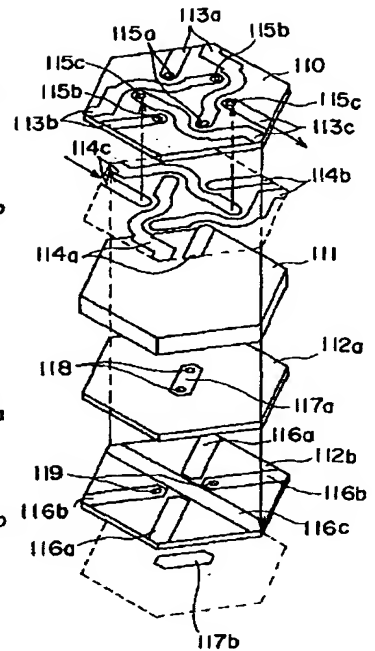
【図8】



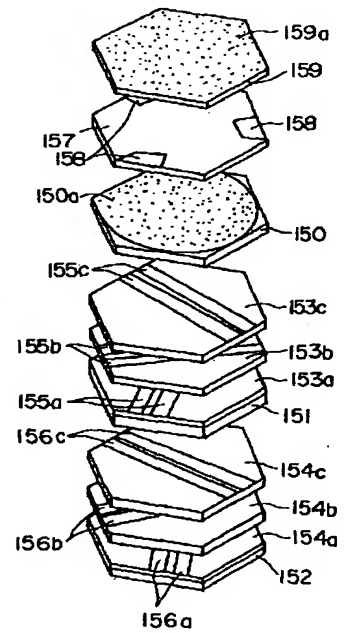
【図10】



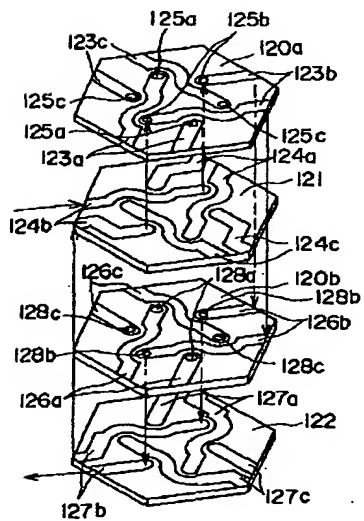
【図11】



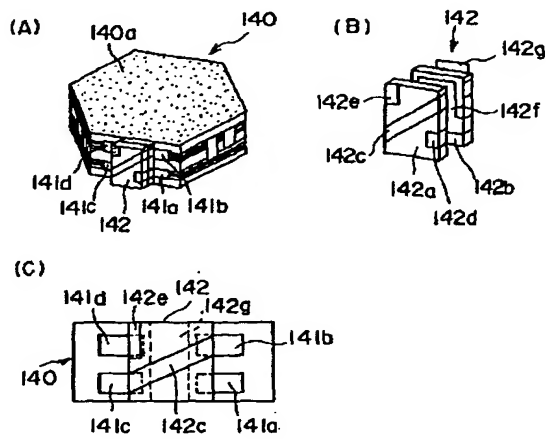
【図15】



【図12】

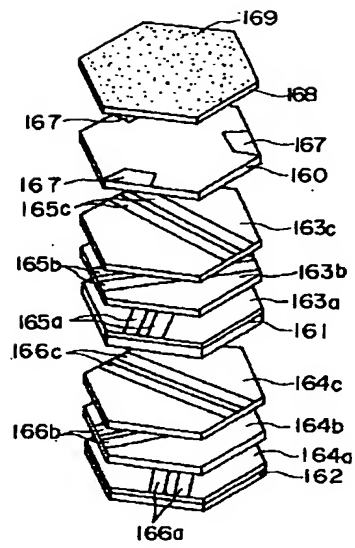


【図14】

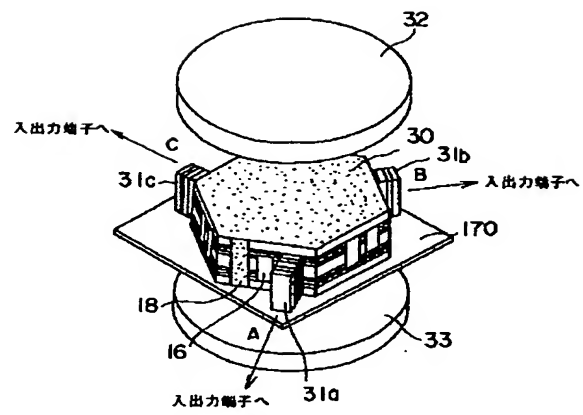




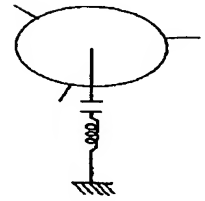
【図16】



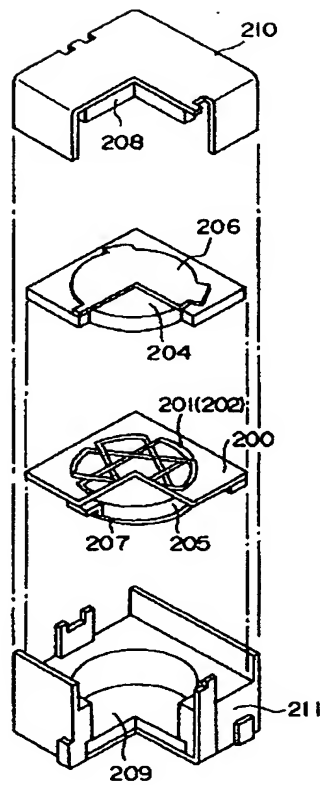
【図17】



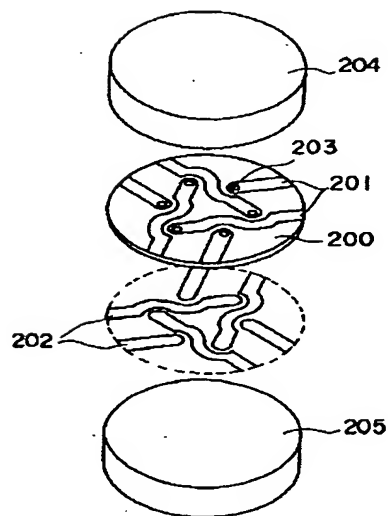
【図19】



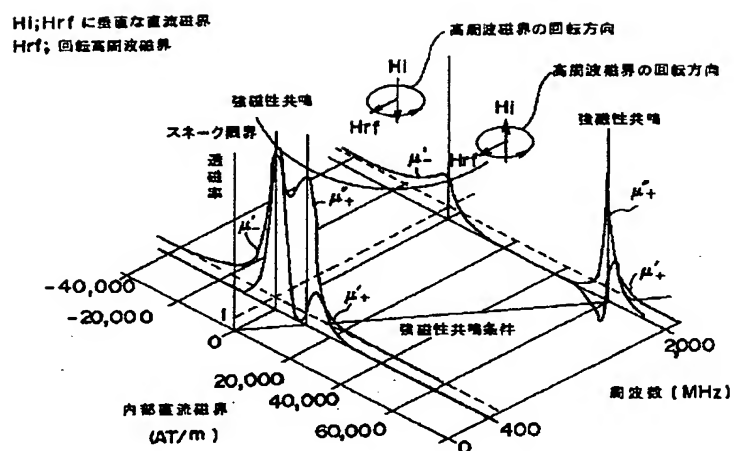
【図21】



【図20】



【図22】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤井 忠雄  
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
 ディーケイ株式会社内

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the accumulated type circulator used for the walkie-talkie machine used in a microwave band etc., for example, the mobile radio device like a cellular phone etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Whenever the conventional concentrated-constant type circulator was shown in the decomposition perspective diagram of drawing 20, it came, it had basic structure, and was equipped with the magnetic rotation child of an assembly formula with a circular flat-surface configuration. the circular non-magnetic-material substrate which 200 becomes from a glass epoxy resin etc. in this drawing -- it is -- the vertical side of this non-magnetic-material substrate 200 -- a coil -- conductors (inner conductor) 201 and 202 are formed a coil -- the conductors 201 and 202 of each other are connected in the veer hole 203 which penetrates the non-magnetic-material substrate 200 a coil -- this non-magnetic-material substrate 200 in which conductors 201 and 202 were formed is pinched from both sides -- as -- the circular magnetic substance -- members 204 and 205 attach by the assembly formula -- having -- \*\*\*\* -- a coil -- the RF power impressed to conductors 201 and 202 -- these magnetic substance -- it is constituted so that rotation RF magnetic flux may arise in a member 204 and 205 thus, the conventional magnetic rotation child -- a configuration -- circular -- moreover -- a coil -- the both sides of the non-magnetic-material substrate 200 in which the conductor was formed -- the magnetic substance -- it has composition which only accumulated members 204 and 205 and was pasted up

[0003] as the whole circulator, it is shown in the decomposition perspective diagram of drawing 21 -- as -- a coil -- on both sides of this non-magnetic-material substrate 200 in which the conductor 201 (202) was formed the magnetic substance -- members 204 and 205 and grounding -- a conductor -- electrodes 206 and 207, the permanent magnets 208 and 209 for excitation, and the metal housing 210 and 211 of a division formula that is divided up and down and constitutes the magnetic path for magnetic flux from the permanent magnets 208 and 209 for excitation It is formed by putting, respectively, assembling and fixing in this sequence.

[0004] the input/output terminal which is not illustrated -- minding -- a coil -- if RF power is given to conductors 201 and 202 -- the magnetic substance -- the inside of a member 204 and 205 -- a coil -- the RF magnetic flux turning around the surroundings of conductors 201 and 202 occurs When the direct-current magnetic field which intersects perpendicularly with this RF magnetic flux is impressed from permanent magnets 208 and 209, the magnetic soma material 204 and 205 is permeability  $\mu_+$  which is different according to the hand of cut of RF magnetic flux as shown in drawing 22. And  $\mu_-$  It will be shown. the circulator uses that it changes with hands of cut, consequently denies in a magnetic rotation child, and the propagation velocity of a RF signal can stop propagation of the signal to a specific terminal by the effect by the difference in such permeability A non-spreading terminal is permeability  $\mu_+$ . And  $\mu_-$  From a property, it is set up by the angular relation-ship over a drive terminal. For example, supposing Terminals A, B, and C are arranged in this sequence along with a certain hand of cut, when the non-spreading terminal to the drive terminal A is Terminal B, the non-spreading terminal to the drive terminal B turns into Terminal C.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the circulator is widely adopted as a useful element for protecting the interference prevention between amplifier, and power amplifier from reflective power in the mobile radio device like a cellular phone, it is further required for the circulator itself with spread-izing and a miniaturization of these devices a miniaturization, wide-band-izing, low loss-ization, and that the price should fall. It is permeability  $\mu_+$  in order to respond to such a request. And  $\mu_-$  A circulator with small loss of a drive circuit with the large and difference of a between is needed.

[0006] However, in the conventional circulator, when it considers as the composition which faces across a drive-wire way by two magnetic soma material 204 and 205 currently divided, the magnetic path will be intercepted by the non-magnetic-material substrate 200. For this reason, since the anti-magnetic field occurred in the interface of the magnetic soma material 204 and 205 and the non-magnetic-material substrate 200, consequently permeability surely decreased, it was not fully able to respond to an above-mentioned request.

[0007] The method of twisting a coil line around the magnetic substance, using a ribbon loop electrode as structure of increasing an inductance lowering resonance frequency is learned. However, since the structure which twists a line around the former magnetic substance does not get used to mass production, utilization is not performed at all. Moreover, although the circulator micro about the structure which uses the latter ribbon loop electrode is developed (1) Since housing and a magnet must be detached and attached that a coil tends to be influenced of external electromagnetic field etc. on open structure Since the magnetic substance exists only in one side of (2) ribbon loop which has unreasonableness in performing a practical miniaturization, there is little capacity of the magnetic substance, and it is  $\mu_+$ . And  $\mu_-$  There is a problem that the difference of a between does not become large in efficiency.

[0008] Moreover, since the conventional circulator had the magnetic rotation child's circular flat-surface configuration, when external [ of the circuit elements (a resonant capacitor, adjustment resistance, etc.) ] was carried out to the terminal of the side, it also had un-arranging [ that the size of the whole part will become large ].

[0009] Since housing which constitutes a magnetic yoke from a conventional circulator was what is constituted by assembling mechanically the parts 210 and 211 currently divided into two further again, the magnetic reluctance of



the magnetic path for excitation became very high, and, moreover, time and effort great to assembly work was this thing.

[0010] Therefore, this invention offers the circulator which can attain miniaturization, wide-band-izing, low-loss-izing, and/or low-pricing.

[0011]

[Means for Solving the Problem and its Function] the coil which has the pattern around which the magnetic rotation child wound at least 1 \*\*\*\*\* of circulators on both sides of the middle insulation magnetic layer and this middle insulation magnetic layer according to this invention — a conductor and a close state — this coil — it has the upper part and the lower insulation magnetic layer which were formed so that a part of conductor might be surrounded [0012] thus, the coil which has the pattern wound at least 1 \*\*\*\*\* on both sides of the middle insulation magnetic layer — a conductor prepares — having — \*\*\*\* — this coil — since it is formed so that the overall length of a coil pattern may become long and it may moreover embed at a magnetic layer, since the upper part and the lower insulation magnetic layer are formed so that a conductor may be surrounded in the close state, though it is a compact configuration, the inductance of a required value is securable moreover, an insulating magnetic layer — a close state — a coil — since it is formed so that a conductor may be surrounded, discontinuity does not exist in the magnetic substance. For this reason, since it becomes the closed loop by which RF magnetic flux continues in a magnetic rotation child, an anti-magnetic field hardly occurs.

[0013] a coil — the jumper to which a conductor connects mutually the inner conductor of the predetermined pattern formed on the middle insulation magnetic layer and the lower insulation magnetic layer, and the edge of this inner conductor — a conductor to a bird clapper is desirable

[0014] It is desirable that an inner conductor, a middle insulation magnetic layer, and the upper part and a lower insulation magnetic layer are calcinated in one. Thus, since the insulating magnetic substance is calcinated in one, discontinuity does not exist at all in the magnetic substance. Consequently, since it becomes the closed loop by which RF magnetic flux continues in a magnetic rotation child, an anti-magnetic field does not occur at all.

[0015] It is desirable to consist of magnetic-substance material into which an insulating magnetic layer has sintering end temperature higher than the melting point of an inner conductor.

[0016] In this case, the inner conductor consists of metals by which melting was carried out.

[0017] The inner conductor may consist of conductor material which has the melting point higher than the sintering end temperature of the insulating magnetic substance.

[0018] It is desirable that the grounding conductor layer is formed on the lateral surface of the upper part and a lower insulation magnetic layer.

[0019] The circulator of this invention as the whole the coil which has the pattern wound at least 1 \*\*\*\*\* on both sides of a middle insulation magnetic layer and this middle insulation magnetic layer — a conductor and a close state — this coil — with the magnetic rotation child who consists of the upper part and the lower insulation magnetic layer which were formed so that a part of conductor might be surrounded It has two or more terminal electrodes which are prepared in a magnetic rotation child's side and were electrically connected to the end of an inner conductor, the circuit element combined with the terminal electrode, and the permanent magnet for excitation for impressing a direct-current magnetic field to a magnetic rotation child.

[0020] In order to resonate an above-mentioned circuit element with impression frequency, they may be two or more capacitors electrically combined with the terminal electrode.

[0021] An above-mentioned circuit element may be an external circuit element by which external was carried out to the terminal electrode, or may be an inside installation circuit element formed in one with this magnetic rotation child in the magnetic rotation child.

[0022] It is desirable that adhesion fixation of the metal housing which has a continuous magnetic path is carried out at the permanent magnet for excitation. By constituting so that the magnetic path for excitation may continue without a break, magnetic reluctance becomes very small and can aim at large improvement in a property.

[0023] a magnetic rotation child's flat-surface configuration — a polygon — it is a hexagon preferably When external [ of the circuit element ] is carried out to the side by considering as a polygon, the space which is vacant, without enlarging the whole size can be used effectively.

[0024] The pattern of an inner conductor is a pattern which has two or more strips preferably elongated in a coplanar in two or more radiation directions which have symmetric property, respectively.

[0025] This strip may contain the straight-line-like strip.

[0026] It also has the desirable pattern of an inner conductor that at least one straight-line-like strip elongated in the single predetermined direction in a coplanar is included.

[0027]

[Example] The example of this invention is explained in detail using a drawing below.

[0028] It is drawing where are a fracture perspective diagram in part, the decomposition perspective diagram in which drawing 2 shows the decomposition perspective diagram of the magnetic rotation child of drawing 1 , and drawing 3 shows the composition of the whole circulator of this example and drawing 4 which show roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator whose drawing 1 is one example of this invention explain the representative circuit schematic of the circulator of this example, and drawing 5 explains a part of manufacturing process of the magnetic rotation child of this example.

[0029] As shown in these drawings, the circulator of this example is 3 terminal type, therefore the magnetic rotation child is formed so that a flat-surface configuration may serve as a right hexagon. However, as long as it is the structure where equal rotating magnetic field can be generated, a configuration does not necessarily need to be a right hexagon and may be a hexagon or other polygons. When external [ of the circuit elements, such as a capacitor for r sonance, ] is carried out to the side by making a magnetic rotation child's flat-surface configuration into a polygon in this way, a vacant space can be used effectively and it b comes possible to ke p the whole size small.

[0030] the coil which 10 was mostly enclosed by the insulating magnetic substance and was wound by two turns in drawing 1 — the conductor is shown The insulating magnetic substance consists of an up insulation magnetic layer 11, a middle insulation magnetic layer 12, and a lower insulation magnetic layer 13, and these are sintered in one and serve as a continuation layer. a coil — the jumper for coils which connects mutually the edg of the inner conductors 14 and 15 exposed from a magnetic rotation child's side after carrying out a laminating to the inner conductors 14 and 15 of the predetermined pattern formed, respectively on the middle insulation magnetic layer 12





and the lower insulation magnetic layer 13 and calcinating as the conductor 10 is shown also in drawing 2 — it consists of conductors 16 Inner conductors 14 and 15 serve as a coil pattern of the two straight-lines strip elongated in the same direction, respectively in this example.

[0031] a coil — the end of a conductor 10 is electrically connected with the terminal electrode which exposes to one side of a magnetic rotation child, and is not illustrated a magnetic rotation child's upper surface and inferior surface of tongue — grounding — a conductor 17 prepares — having — \*\*\*\* — this grounding — a conductor 17 and a coil — grounding which connects these electrically between the other ends exposed to the above-mentioned side of a conductor 10 — a conductor — the \*\* jumper — the conductor 18 is formed in addition, the coil only concerning one terminal A in drawing 1 and drawing 2 — a conductor — although the 10th grade is shown — actual — the same coil as this — the conductor etc. is prepared about three terminals A, B, and C

[0032] As the whole circulator, as shown in drawing 3, the capacitors 31a, 31b, and 31c for resonance are electrically connected to three terminal electrodes of the magnetic rotation child 30 constituted in this way. It comes, whenever it is indicated by the JP,5-251262.A specification and drawing which these people already propose and are exhibited as these capacitors 31a, 31b, and 31c, and the high penetration type RF capacitor of a s lf-resonant frequency is used. this RF capacitor — grounding — a conductor, a dielectric, an inner conductor, and the multilayer object of one unit which becomes in piles in the sequence of a dielectric — at least — 1 unit pile — a \*\* top — further — grounding — it consists of multilayer TORIPU rate strip-line structure where the conductor and the dielectric were piled up in this sequence The fall of Q can be prevented by using the latus capacitor of such a penetrated type frequency-of-operation range. In addition, the connection mode of a terminal electrode and a capacitor is as being shown in the representative circuit schematic of drawing 4.

[0033] The permanent magnets 32 and 33 for excitation for impressing a direct-current magnetic field to this magnetic rotation child 30 are attached in the magnetic rotation child's 30 upper and lower sides, respectively. To permanent magnets 32 and 33 and drawing 3, it mentions later about the attachment structure of housing which is not shown.

[0034] Next, the manufacturing process of the circulator of this example is explained.

[0035] As shown in (A) of drawing 5, the up sheet 50 by the same insulation magnetic-substance material, the middle sheet 51 and the lower sheet 52, and the substrate sheets 53a, 53b, 53c, 54a, 54b, and 54c with which an inner conductor is printed on it are prepared. This is formed in the sheet which has the following component ratios, using a yttrium iron garnet (Following YIG being called) as a magnetic-substance material. However, sheet \*\* to which the up sheet 50 and the lower sheet 52 usually carried out two or more sheet laminating of the 100-200 micrometers (preferably 160 micrometers) sheet is about 0.5mm, sheet \*\* to which the middle sheet 51 usually carried out two or more sheet laminating of the 100-200 micrometers (preferably 160 micrometers) sheet is about 1.0mm, and sheet \*\* of the substrate sheets 53a, 53b, 53c, 54a, 54b, and 54c is about 160 micrometers.

YIG powder 61.8 Weight % binder 5.9 Weight % solvent 32.3 Weight % [0036] The up inner conductors 55a, 55b, and 55c and the lower inner conductors 56a, 56b, and 56c of the number according to the number of winding of a coil are formed in the upper surface of the substrate sheets 53a, 53b, 53c, 54a, 54b, and 54c, respectively of printing or an imprint of a silver paste, a palladium paste, or a silver-palladium paste. thus, the formed up sheet 50, substrate sheet 53c, substrate sheet 53b, substrate sheet 53a, the middle sheet 51, substrate sheet 54c, substrate sheet 54b, substrate sheet 54a, and the lower sheet 52 — this sequence — piling up — warming after \*\*\*\*\* — a stack is carried out at a pressurization process A coil pattern symmetrical with 3 times will be arranged by this at front reverse side both sides of the middle sheet 51, and the propagation property between the terminals of 3 terminal circulator is mutually made in agreement from the symmetric property.

[0037] Thus, the sheet by which the stack was carried out is calcinated at the temperature beyond the melting point (when an inner conductor is silver, it is about 960 degrees C) of an inner conductor, for example, 1450 degrees C. Baking may be 1 time and may be performed two or more times. In the case of multiple times, it considers as baking beyond the melting point once [ at least ]. The one magnetic-substance block which continues by this sintering is acquired.

[0038] More highly than the melting point of an inner conductor (for example, silver or silver-palladium) therefore, at an above-mentioned baking process, after a conductor (for example, silver or silver-palladium) fuses first the sintering end temperature of YIG which is magnetic-substance material in the state of sealing, sintering of the magnetic substance is performed by it. Such an element manufacture method is already proposed by these people as inner conductor scorification, and is exhibited (JP,5-183314.A, JP,5-315757.A). According to such inner conductor scorification, an inner conductor will be in a melting state, structure turns precisely, the contact state of a conductor is improved, and loss of a track decreases.

[0039] The inner conductor scorification mentioned above extinguishes substantially the grain boundary in the inner conductor produced by the conducting powder used while carrying out temperature at the time of carrying out simultaneous baking of an insulating element assembly and an insulating inner conductor to beyond the melting point of a conductor and attaining precise-ization of structure by making an inner conductor into a melting state. a conductor — when forming a pattern with a paste, as for the conducting powder (silver dust) to be used, it is desirable that a silver content uses 90% of the weight or more of a thing, especially the thing of 99 % of the weight or more of purity a conductor — as for especially the content of the conducting powder under paste, it is desirable to consider as 70 - 90 % of the weight 60 to 95% of the weight Moreover, in order to decrease generating of the network structure after melting, the glass frit below 30 volume % which has softening temperature near the conducting-powder melting point may be added to conducting powder.

[0040] In addition, although the up sheet 50, the middle sheet 51, the lower sheet 52, and the substrate sheets 53a, 53b, 53c, 54a, 54b, and 54c are explained in the state where it separated into the right hexagon, respectively, in (A) of drawing 5 the state where the stack of the she t which carried out the printing array of the inner conductor concerning many magnetic rotation children in fact was carried out — before sintering — or it is desirable from mass production to cut for every magnetic rotation child after sintering When it cuts before sintering, th magnetic rotation child of th shape of much right hexagon who cut and got is calcinated like \*\*\*\*. It is chosen according to the metaled kind and metaled cutting process which are us d for an inner conductor whether it cuts before sintering or it cuts after sintering. For example, when using silv r as an inner conductor, by melting, silver flows out and bends and is cut after baking like. When using palladium as an inner conductor, it can cut before baking.

[0041] Drawing 6 is the decomposition perspective diagram showing th example of an array of each magnetic



rotation child on a sheet. As shown in this drawing, the up sheet 50, the middle sheet 51 and the lower sheet 52, and the substrate sheets 53a, 53b, 53c, 54a, 54b, and 54c that printed many inner conductors on the upper surface, respectively are prepared, and after carrying out the stack of these and calcinating them in the sequence shown in drawing, it cuts to each simple substance. Although it will become easy and cutting also of after baking will be attained since cutting is linear if the array of each magnetic rotation child on a sheet is shown in drawing 5, the material area which becomes unnecessary will become large. About the array of each magnetic rotation child on a sheet, it is good also as an easy array of cutting as shown in drawing 6, and is good also as an array of those other than this.

[0042] Drawing 7 is a plane configuration view explaining the cutting process in other examples of an array of each magnetic rotation child on a sheet. The example of this drawing arranges a hexagon densely so that a space may not exist among the adjoining magnetic rotation children, and it becomes advantageous [ in respect of the yield of arrangement, then material ] in this way. First, as shown in (A) of this drawing, the stack of each sheet which performed pattern printing so that a hexagon might be arranged densely is carried out. Next, a snap eye is put in along the boundary of six square shapes each. Subsequently, the hexagon magnetic rotation child portion a shown in (B) of this drawing by one punching is separated. Next, one punching separates the hexagon magnetic rotation child portion b. By this two punching, the hexagon magnetic rotation child portion c can be separated, and cutting of all magnetic rotation children will be performed. Thus, the cut magnetic rotation child is calcinated like \*\*\*\*.

[0043] After cutting and baking processing, the inner conductor which barrel finishing is carried out and appears in the side is made to expose each magnetic rotation child, and beveling of the corner of a sintered compact is performed. then, each side of a magnetic rotation child — the jumper for coils — a conductor and grounding — a conductor — the \*\* jumper — a conductor and a terminal electrode — the upper surface and inferior surface of tongue — grounding — a conductor 57 is printed and formed for example, about the side (side in which Terminal A exists) of this side in (B) of drawing 5 the jumper for coils which connects electrically between inner conductor 55a exposed to this side, and 56a — a conductor — with 58a grounding of the end of inner conductor 55a (therefore, a coil conductor) exposed to this side, the upper surface, and an inferior surface of tongue — grounding which connects a conductor 57 electrically — a conductor — the \*\* jumper — a conductor — with 59a Terminal electrode 60a electrically connected to the other end of inner conductor 56a (therefore, a coil conductor) exposed to this side is formed. moreover, the jumper for coils which connects electrically between inner conductor 54c exposed to this side, and 55c, respectively about the side (side for the clinches of the coil about Terminal C) of the right-hand side — Conductors 61c and 62c are formed thereby, it begins from a terminal electrode and 2 \*\*\*\*\* is wound within the magnetic substance — having — grounding — 3 sets of coils which are connected to a conductor and finish — a conductor will be formed

[0044] Thus, the magnetic rotation child who completed has the flat-surface configuration of the right hexagon inscribed in a circle with a diameter of 4mm, and the thickness is 1mm. As shown in drawing 2, the capacitors 31a, 31b, and 31c for resonance are attached to each terminal electrode (46) of this magnetic rotation child, and it solders to it by the reflow method etc. Then, metal housing which makes the permanent magnet for excitation and the magnetic yoke for impressing a direct-current magnetic field serve a double purpose is attached, and a circulator is completed.

[0045] Drawing 8 is the decomposition perspective diagram and perspective diagram showing the structure of the housing itself, and the structure of the circulator which attached the permanent magnet for excitation, and housing to the magnetic rotation child. In attaching housing, as shown in (A) of this drawing, it accumulates the permanent magnets 82 and 83 for excitation on the vertical side of the magnetic rotation child 80 who attached the capacitor for resonance (81a) in the side in every other one first, respectively. And this magnetic rotation child 80 and the permanent magnets 82 and 83 for excitation are supported by pressing the insulator base materials 84 and 85 from the side. On both sides of connection lead 87a to which cream solder was made to adhere, it stops mechanically between input/output terminal 86a prepared in the insulator base materials 84 and 85, and capacitor 81a for resonance (or ejection terminal) attached in the magnetic rotation child 80 in that case. Connection lead 87a consists of thin copper strips of U typeface which has elasticity. Moreover, the insulator base materials 84 and 85 are cast by the resin which bears the elevated temperature of a ceramic, a glass epoxy resin, or others.

[0046] Subsequently, as shown in this drawing (B), the assembly 88 of the magnetic rotation child and the permanent magnet for excitation which were supported by the insulator base materials 84 and 85 in this way is inserted in adhesion into the metal housing 89, and the salient 90 for caulking is bent and it fixes. Adhesion fixation of the metal housing 89 and the permanent magnets 82 and 83 for excitation will be carried out by this. the metal with which the metal housing 89 can operate as a magnetic yoke — it consists of steel plates preferably and plating processing of nickel, chromium, etc. is performed to the front face This housing 89 has the rectangular pipe configuration which the field of everything [ page / 2nd / which counters ] but opening *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. is following. Thus, a reflow furnace is made to carry out melting of the solder through what was assembled, and connection between connection lead 87a and capacitor 81a for resonance (or ejection terminal) is made between connection lead 87a and input/output terminal 86a. (C) of drawing 8 shows the circulator 91 which you did [ circulator ] in this way and made it complete.

[0047] Most determines the frequency-of-operation band of a circulator, and loss by a magnetic rotation child's performance. Namely, permeability  $\mu_+$  And  $\mu_-$  It becomes a wide band and the magnetic rotation element of low loss, so that the difference of a between is large and resistance of a magnetic tangent and a coil is small. Moreover, permeability  $\mu_+$  And  $\mu_-$  If the number of turns of a coil increase greatly, a required inductance will be obtained even if it will be a compact size (if the length of a coil becomes large). According to the magnetic rotation child who formed like this example using inner conductor scorification, an advantage which is described below is acquired.

(1) Since the magnetic substance will be in the successive state by sintering, RF magnetic flux closes in a magnetic rotation child. Consequently, since an anti-magnetic field does not occur, it is  $\mu_+$ . And  $\mu_-$  A value becomes large and the miniaturization according to the increase in an inductance can be attained.

(2) Since the magnetic substance will be in the successive state by sintering, RF magnetic flux closes in a magnetic rotation child. Consequently, since an anti-magnetic field does not occur, it is  $\mu_+$ . And  $\mu_-$  The difference of a between becomes large and a frequency-of-operation band becomes large.

(3) a coil — since a conductor is formed of scorification, resistance becomes small, and loss becomes small

(4) Since it is the structure suitable for mass production, the width of face of the cost cut by volume efficiency



becomes large.

(5) Since the drive-wire way is made into the third floor structure, it becomes possible it not only to become easy, but for a veer hole not to exist, therefore to simplify a manufacturing process, and to suppress the increase in an insertion loss.

(6) Since the magnetic yoke has the magnetic path which is not divided, but is unified and continues and adhesion fixation is carried out at the permanent magnet for excitation, without a break, in succession [ come ], magnetic reluctance becomes very small and the magnetic path for excitation can aim at large improvement in a property. [0048] Drawing 9 is drawing which compares the property of the circulator (inner conductor scorification) by this example, and the conventional circulator (collapsible), the horizontal axis shows frequency and the vertical axis shows the insertion loss between non-spreading terminals, and the insertion loss between propagation terminals. It is clear from this drawing that working heart frequency is low and loss is moreover small though the circulator by this example is the same size as the conventional circulator.

[0049] Drawing 10 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which are other examples of this invention. this example — a top unit and a bottom unit — a coil — although it differs from the case of the example of drawing 1 at the point that the conductor is wound by one turn, and the point which constitutes the hairpin-like track, using an one straight-line-like strip as a pattern of an inner conductor, about other composition, the manufacture method and magnetic-substance material, and conductor material, it is the same as that of the case of the example of drawing 1.

[0050] That is, as shown in drawing 10, the laminating of the substrate sheets 100a and 100b by the same insulation magnetic-substance material, the middle sheet 101, and the substrate sheets 102a and 102b is carried out in this sequence, they are sintered in one, and serve as a continuation layer. In addition, although not illustrated, on substrate sheet 100a and under substrate sheet 102b, in fact, the laminating of the up sheet and lower sheet by the same insulating magnetic-substance material is carried out, respectively, and they are calcinated in one with the above-mentioned sheet.

[0051] The inner conductors (coil conductor) 103a, 103b, and 103c which each which is elongated in the three radiation directions (the radiation direction perpendicular to at least one side of a hexagon) becomes from the coil pattern of one linear strip, and 104a, 104b and 104c are formed in the upper surface of substrate sheet 102b which constitutes substrate sheet 100b and the bottom unit which constitute a top unit, respectively. Furthermore, the inner conductors 105b, 105d, 105a, and 105c which consist of a pattern for a crossover are formed in the inferior surface of tongue of these substrates sheets 100b and 102b, and the upper surface of the substrate sheets 100a and 102a, respectively. the veer holes 106, 107, 108, and 109 which penetrate these sheets form in the predetermined position of the substrate sheets 100a, 100b, 102a, and 102b, respectively — having — \*\*\*\* — the veer hole of a little larger area in each veer hole position than the diameter — the conductor is formed these veer hole — the jumper for coils in which each strip of inner conductors 103a, 103b, 104a, and 104b is connected with the inner conductors 105b, 105a, 105d, and 105c for a crossover by the conductor, respectively, and the up-and-down unit is further prepared in a magnetic rotation child's side by it — it connects by the conductor (with no illustration) — having — \*\*\*\* — this — a coil — the conductor is constituted namely, the end of inner conductors 103a, 103b, and 103c and the end of 104a, 104b, and 104c — the jumper for coils — the conductor connects, respectively

[0052] if an example of a connection path is explained in drawing 10 — the end → veer hole 108 → crossover of input/output terminal → inner conductor 104b — the jumper for other end → coils of \*\* inner conductor 105c → veer hole 108 → inner conductor 104b — a conductor — the end → veer hole 106 → crossover of → inner conductor 103b — it becomes the other end → earth terminal of \*\* inner conductor 105a → veer hole 106 → inner conductor 103b the upper surface of the up sheet which is not illustrated, and the inferior surface of tongue of a lower sheet — grounding for magnetic rotation children — a conductor is formed, respectively

[0053] In this example, since the pattern of an inner conductor consists of a coil pattern of one linear strip elongated, respectively in each direction and most drive-wire ways are moreover formed in the coplanar, the RF-symmetric property of each terminal becomes very good. Moreover, since there are comparatively few veer holes, it becomes possible manufacture not only to become easy, but to suppress the increase in an insertion loss. moreover, if according to the data of an accumulated type inductor a terminal point is after the starting point of a coil and a coil closes completely, that an inductance increases rapidly will know — having — \*\*\*\* — this example — a coil — since the conductor is mostly wound by one turn in the state of closing, a high inductance can be obtained even if small The operation effect of others of this example is the same as that of the case of the example of drawing 1.

[0054] Drawing 11 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which is the example of further others of this invention. this example — a coil — the point that the conductor is wound by 1.5 turns — 3 sets of coil patterns which consist of two strip patterns which each class avoids a veer hole portion and elongates in the same radiation direction as a pattern of the inner conductor of a top unit are used. and as a pattern of the inner conductor of a bottom unit Although it differs from the case of the example of drawing 1 in that the one straight-line-like strip is used, about other composition, the manufacture method and magnetic-substance material, and conductor material, it is the same as that of the case of the example of drawing 1.

[0055] That is, as shown in drawing 11, the laminating of the substrate sheet 110 by the same insulation magnetic-substance material, the middle sheet 111, and the substrate sheets 112a and 112b is carried out in this sequence, they are sintered in one, and serve as a continuation layer. In addition, although not illustrated, on the substrate sheet 110 and under substrate sheet 112b, in fact, the laminating of the up sheet and lower sheet by the same insulating magnetic-substance material is carried out, respectively, and they are calcinated in one with the above-mentioned sheet.

[0056] The up inner conductors 113a, 113b, and 113c and the lower inner conductors 114a, 114b, and 114c by 3 sets of coil patterns which consist of two strip patterns which each class elongates in the same radiation direction are formed in the upper surface and the inferior surface of tongue of the substrate sheet 110 which constitute a top unit, respectively. The veer holes 115a, 115b, and 115c which penetrate this sheet are formed in th predetermined position of this substrate sheet 110. the end of the up inner conductors 113a, 113b, and 113c, and the end of the lower inner conductors 114a, 114b, and 114c — the veer holes 115a and 115b and the veer hole in 115c — it





connects electrically through the conductor, respectively

[0057] The inner conductors (coil conductor) 116a, 116b, and 116c which each which is elongated in the three radiation directions (the radiation direction parallel to at least one side of a hexagon) becomes from the coil pattern of one linear strip are formed in the upper surface of substrate sheet 112b which constitutes a bottom unit. Furthermore, the inner conductors 117a and 117b which consist of a pattern for a crossover are formed in the inferior surface of tongue of this substrate sheet 112b, and the upper surface of substrate sheet 112a, respectively. the veer holes 118 and 119 which penetrate these sheets form in the predetermined position of the substrate sheets 112a and 112b, respectively — having — \*\*\*\* — the veer hole of a little larger area in each veer hole position than the diameter — the conductor is formed these veer hole — each strip of inner conductors 116a and 116b is connected with the inner conductors 117a and 117b for a crossover by the conductor, respectively

[0058] furthermore, the jumper for coils with which the up-and-down unit is prepared in a magnetic rotation child's side — it connects by the conductor (with no illustration) — having — \*\*\*\* — this — a coil — the conductor is constituted namely, the end of inner conductors 113a, 113b, and 113c and the end of inner conductors 116a, 116b, and 116c — the jumper for coils — it connects by the conductor, respectively — having — further — the other end of inner conductors 116a, 116b, and 116c, and the end of inner conductors 114a, 114b, and 114c — the jumper for coils — the conductor connects, respectively

[0059] if an example of a connection path is explained in drawing 11 — one jumper for strip → coils of one strip → veer hole 115c → inner conductor 113c of input/output terminal → inner conductor 114c — a conductor — the jumper for other end → coils of end → inner conductor 116c of → inner conductor 116c — a conductor — it becomes the strip → earth terminal of another side of strip → veer hole 115c → inner conductor 113c of another side of → inner conductor 114c the upper surface of the up sheet which is not illustrated, and the inferior surface of tongue of a lower sheet — grounding for magnetic rotation children — a conductor is formed, respectively

[0060] this example — a coil — since the conductor is mostly wound by 1.5 turns in the state of closing, a higher inductance can be obtained even if small The operation effect of others of this example is the same as that of the case of the example of drawing 1.

[0061] Drawing 12 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which are this invention and also other examples. this example — a coil — the point that the conductor is wound by two turns — And although each class differs from the case of the example of drawing 1 as a pattern of the inner conductor of a top unit and a bottom unit in that 3 sets of coil patterns which consist of two strip patterns which avoid a veer hole portion and are elongated in the same radiation direction are used, respectively About other composition, the manufacture method and magnetic-substance material, and conductor material, it is the same as that of the case of the example of drawing 1.

[0062] That is, as shown in drawing 12, the laminating of substrate sheet 120a by the same insulation magnetic-substance material, the middle sheet 121, substrate sheet 120b, and the lower sheet 122 is carried out in this sequence, they are sintered in one, and serve as a continuation layer. In addition, although not illustrated, on substrate sheet 120a, in fact, the laminating of the up sheet by the same insulating magnetic-substance material is carried out, and it is calcinated in one with the above-mentioned sheet.

[0063] The up inner conductors 123a, 123b, and 123c and the lower inner conductors 124a, 124b, and 124c by 3 sets of coil patterns which consist of two strip patterns which each class elongates in the same radiation direction are formed in the upper surface of substrate sheet 120a which constitutes a top unit, and the upper surface of the middle sheet 121, respectively. The veer holes 125a, 125b, and 125c which penetrate this sheet are formed in the predetermined position of this substrate sheet 120a. the end of the up inner conductors 123a, 123b, and 123c, and the end of the lower inner conductors 124a, 124b, and 124c — the veer holes 125a and 125b and the veer hole in 125c — it connects electrically through the conductor, respectively

[0064] The up inner conductors 126a, 126b, and 126c and the lower inner conductors 127a, 127b, and 127c by 3 sets of coil patterns which consist of two same strip patterns are formed also in the substrate sheet 120b upper surface which constitutes a bottom unit, and the upper surface of the lower sheet 122, respectively. The veer holes 128a, 128b, and 128c which penetrate this sheet are formed in the predetermined position of this substrate sheet 120b. the end of the up inner conductors 126a, 126b, and 126c, and the end of the lower inner conductors 127a, 127b, and 127c — the veer holes 128a and 128b and the veer hole in 128c — it connects electrically through the conductor, respectively

[0065] furthermore, the jumper for coils with which the up-and-down unit is prepared in a magnetic rotation child's side — it connects by the conductor (with no illustration) — having — \*\*\*\* — this — a coil — the conductor is constituted namely, the end of inner conductors 123a, 123b, and 123c and the end of inner conductors 126a, 126b, and 126c — the jumper for coils — it connects by the conductor, respectively — having — further — the end of one strip of inner conductors 127a, 127b, and 127c, and the end of one strip of inner conductors 124a, 124b, and 124c — the jumper for coils — the conductor connects, respectively

[0066] If an example of a connection path is explained in drawing 12 one [ of input/output terminal → inner conductor 124b / one ] strip [ of strip → veer hole 125b → inner conductor 123b ] → — the jumper for coils — a conductor — one story of → inner conductor 126b — one strip [ of PPU → veer hole 128b → inner conductor 127b ] → — the jumper for coils — a conductor — strip [ of another side of → inner conductor 124b ] → — veer hole 125b → inner conductor 123 strip [ of another side of b ] → — the jumper for coils — a conductor — it becomes the strip → earth terminal of another side of strip → veer hole 128b → inner conductor 127b of another side of → inner conductor 126b the upper surface of the up sheet which is not illustrated, and the inferior surface of tongue of the lower sheet 122 — grounding for magnetic rotation children — a conductor is formed, respectively

[0067] this example — a coil — since the conductor is mostly wound by two turns in the stat of closing, a higher inductance can b obtained even if small The operation effect of others of this example is the same as that of the cas of the example of drawing 1.

[0068] Drawing 13 is the perspective diagram showing the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which is the xample of further others of this invention. the jumper for coils with which this example was prepared in the magnetic rotation child's 130 sid by printing — xcept for the point that the pattern of a conductor 131 is a slanting pattern, it has the completely same composition as an example and the op ration effect of drawing 1

[0069] Drawing 14 shows the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which are this



invention and also other examples, and the terminal substrate for connection, and (A) is [ the decomposition perspective diagram of the terminal substrate for connection and (C) of a magnetic rotation child's perspective diagram and (B) ] this magnetic rotation child's side elevations. In this example, only the terminals 141a, 141b, 141c, and 141d connected to an inner conductor are formed in the magnetic rotation child's 140 side by printing, and a terminal for connection, a jumper, etc. with the exterior are included in the external terminal substrate 142 for connection which builds in the capacitor for resonance.

[0070] the terminal substrate 142 for connection consists of multilayer dielectric substrates which have the 1st dielectric-layer 142a and 2nd dielectric-layer 142b, as shown in (B) of this drawing — having — \*\*\*\* — the 1st front face and side of dielectric-layer 142a — the jumper for coils — conductor 142c, 142d of input/output terminals, and grounding — a conductor — 142e is prepared by printing 142f of electrodes for capacitors is prepared in the front face of 2nd dielectric-layer 142b by printing, and 142g of grounding electrodes for capacitors is prepared in the rear face by printing. the case where this terminal substrate 142 for connection is attached in the magnetic rotation child's 140 side — the jumper for coils — a conductor — 142c connects the magnetic rotation child's 140 terminals 141b and 141c so that clearly also from (C) of this drawing 142d of input/output terminals has flowed with 142f of electrodes for capacitors, and they are connected to terminal 141a. grounding — a conductor — grounding to which 142e is prepared in the upper surface of 141d of terminals, and the magnetic rotation child 140 — a conductor — it connects with 140a 142f of electrodes for capacitors, and grounding — a conductor — the capacitor for resonance is formed between 142g of grounding electrodes for capacitors connected to 140a

[0071] The magnetic rotation child's 140 internal configuration in this example is completely the same as that of the case of the example of drawing 1 . using the external terminal substrate 142 for connection which builds in a terminal for connection, a jumper, etc. with the exterior with the capacitor for resonance like this example — a magnetic rotation child's side — a jumper — a conductor and grounding — without printing a conductor etc., all of these wiring will be completed only by carrying out the process which attaches the capacitor for resonance, it is simplified very much and a manufacturing process can reduce cost

[0072] Drawing 15 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which is the example of further others of this invention. This example forms the capacitor for resonance in one with the magnetic rotation child by carrying out the laminating of the electrode for a dielectric sheet and capacitors of the same configuration as a magnetic-substance sheet to a magnetic rotation child. the coil which the magnetic rotation child portion was mostly enclosed by the insulating magnetic substance like the example of drawing 1 in this example, and was wound by two turns — it has the composition of having 3 sets of conductors

[0073] If it explains in more detail about the magnetic rotation child portion of this example, by printing the inner conductor on it, the laminating of the substrate sheets 153a, 153b, 153c, 154a, 154b, and 154c by the same insulating magnetic-substance material is carried out, they are sintered in one, and are the up sheet 150 by insulating magnetic-substance material, the middle sheet 151, and the lower sheet 152 with the continuation layer. The up inner conductors 155a, 155b, and 155c and the lower inner conductors 156a, 156b, and 156c of the number according to the number of winding of a coil are formed in the upper surface of the substrate sheets 153a, 153b, 153c, 154a, 154b, and 154c, respectively. Up inner conductor 155a and lower inner conductor 156a, up inner conductor 155b, lower inner conductor 156b, up inner conductor 155c, and lower inner conductor 156c the jumper for coils which connects those edges exposed from a magnetic rotation child's side after baking, respectively — it connects one after another by the conductor (with no illustration) — having — this — an above-mentioned coil — a conductor is constituted the upper surface of the up sheet 150, and the inferior surface of tongue of the lower sheet 152 — grounding for magnetic rotation children — the conductor is formed, respectively

[0074] About the manufacture method, magnetic-substance material, and conductor material of a magnetic rotation child portion, it is the same as that of the case of the example of drawing 1 . In addition, whenever this magnetic rotation child portion is shown in different drawing 10 from the structure which you may make it print the inner conductor of the pattern like \*\*\*\* to both sides of a magnetic-substance sheet, and is shown in drawing 15 , drawing 11 , or drawing 12 , it may be a kimono.

[0075] grounding for magnetic rotation children to which the capacitor portion for resonance was formed in the upper surface of the up sheet 150 — a conductor — with 150a The 1st same dielectric sheet 157 of a right hexagon configuration as the magnetic rotation child by whom the laminating was done on it. It consists of the capacitor electrode 158 formed in the upper surface of this dielectric sheet 157, the 2nd same dielectric sheet 159 of a right hexagon configuration as the magnetic rotation child by whom the laminating was done on it, and grounding-electrode 159 for capacitors a formed in the upper surface of this dielectric sheet 159. the jumper for capacitors with which the capacitor electrode 158 is formed in a magnetic rotation child's side — a conductor (with no illustration) — minding — an above-mentioned coil — it connects with the end of a conductor grounding for magnetic rotation children — a conductor — 150a — the jumper for capacitors — in order to prevent connecting with a conductor too hastily — the part — a notch — him — \*\*\*\*\* this grounding for magnetic rotation children — a conductor — 150a is also making the grounding electrode for capacitors serve a double purpose thus, the capacitor electrode 158 and grounding for magnetic rotation children — a conductor — although a capacitor will be formed between 150a, respectively among grounding-electrode 159a the capacitor electrode 158 and for capacitors, capacity may come out enough and, in a certain case, the 2nd dielectric sheet 159 and grounding-electrode 159a for capacitors may be omitted In this case, the capacitor electrode 158 can be used as an output terminal.

[0076] Since baking properties differ, a magnetic rotation child portion and the capacitor portion for resonance are calcinated individually, and you may make it assemble both with soldering with a dielectric and the magnetic substance in this example, when simultaneous baking is impossible, although calcinated in [ the portion / after the laminating of a magnetic rotation child portion and the capacitor portion for resonance is carried out ] one. in this case, the upper surface of the up sheet 150 — grounding for magnetic rotation children — instead of [ of a conductor ] — the capacitor electrode 158 — preparing — the 1st dielectric sheet 157 — omitting — grounding-electrode 159a for capacitors — grounding for magnetic rotation children — although using also conductor ] is also considered, since a dielectric will be inserted in some magnetic rotation children and decline in permeability arises, it is not desirable

[0077] In this example, since the capacitor for resonance is formed in one with the magnetic rotation child, it becomes unnecessary to attach a capacitor by external, and the part manufacturing process is not only simplified,



but can miniaturize a circulator.

[0078] Drawing 16 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which are this invention and also other examples. This example operates the magnetic substance as a dielectric, and forms the capacitor for resonance in one in a magnetic rotation child. the coil which the magnetic rotation child portion was mostly enclosed by the insulating magnetic substance like the example of drawing 1 in this example, and was wound by two turns — it has the composition of having 3 sets of conductors

[0079] If it explains in more detail about the magnetic rotation child portion of this example, by printing the inner conductor on it, the laminating of the substrate sheets 163a, 163b, 163c, 164a, 164b, and 164c by the same insulating magnetic-substance material is carried out, they are sintered in one, and are the topmost part sheet 168 by insulating magnetic-substance material, the up sheet 160, the middle sheet 161, and the lower sheet 162 with the continuation layer. The up inner conductors 165a, 165b, and 165c and the lower inner conductors 166a, 166b, and 166c of the number according to the number of winding of a coil are formed in the upper surface of the substrate sheets 163a, 163b, 163c, 164a, 164b, and 164c, respectively. Up inner conductor 165a and lower inner conductor 166a, up inner conductor 165b, lower inner conductor 166b, up inner conductor 165c, and lower inner conductor 166c the jumper for coils which connects those edges exposed from a magnetic rotation child's side after baking, respectively — it connects one after another by the conductor (with no illustration) — having — this — an above-mentioned coil — a conductor is constituted the upper surface of the topmost part sheet 168, and the inferior surface of tongue of the lower sheet 162 — grounding for magnetic rotation children — the conductor is formed, respectively

[0080] About the manufacture method, magnetic-substance material, and conductor material of a magnetic rotation child portion, it is the same as that of the case of the example of drawing 1. In addition, whenever this magnetic rotation child portion is shown in different drawing 10 from the structure which you may make it print the inner conductor of the pattern like \*\*\*\* to both sides of a magnetic-substance sheet, and is shown in drawing 16, drawing 11, or drawing 12, it may be a kimono.

[0081] The capacitor portion for resonance consists of the capacitor electrode 167 formed in the upper surface of the up sheet 160, a topmost part sheet 168 by which the laminating was carried out on it, and a grounding electrode 169 for capacitors (grounding for magnetic rotation children a conductor and combination) formed in the upper surface of this topmost part sheet 168. the jumper for capacitors with which the capacitor electrode 167 is formed in a magnetic rotation child's side — a conductor (with no illustration) — minding — an above-mentioned coil — it connects with the end of a conductor The topmost part sheet 168 by the magnetic substance will operate also as a dielectric between the capacitor electrode 167 and the grounding electrode 169 for capacitors, while operating as some magnetic substance in a magnetic rotation child. When good, this example is not used as circulator capacity value is small, and the capacitor electrode 167 is formed in a position which does not influence operation of a circulator.

[0082] Since the capacitor for resonance is formed in one with the magnetic rotation child also in this example, it becomes unnecessary to attach a capacitor by external, and the part manufacturing process is not only simplified, but can miniaturize a circulator.

[0083] Drawing 17 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of the magnetic rotation child of 3 terminal circulator which is the example of further others of this invention. In this example, in case the capacitor for resonance is soldered to a magnetic rotation child in the example of drawing 1, where these magnetic rotation child and the capacitor for resonance are attached on a substrate 170, it is made to carry out. The composition and the operation effect of this example except the substrate 170 being added are completely the same as the case of the example of drawing 1 (refer to drawing 3).

[0084] Drawing 18 is the decomposition perspective diagram showing roughly the composition of a part of 3 terminal circulator which is the example of further others of this invention, and drawing 19 is the composition principle view of the circulator of drawing 18. This example attains wide band-ization of the frequency of operation by floating a circulator from a gland on a concentrated-constant type LC series resonant circuit or a half-wave length resonant-line way. a series resonant circuit — a circulator outer conductor and grounding — it is well-known by arranging to the symmetry of revolution mostly to the medial axis of this circulator between conductors to attain wide band-ization of a circulator from a JP,52-32713,B specification and a drawing

[0085] In drawing 18, 180 shows the magnetic rotation child who may be what is depended on which example mentioned above. The laminating of the TORIPU rate track type resonator 181 of the same flat-surface configuration as a magnetic rotation child is carried out to this magnetic rotation child 180 bottom. The high dielectric constant dielectric sheet 182 which an inner conductor and simultaneous baking are possible for the TORIPU rate track type resonator 181, and is about 90 dielectric constant, The center of the upper surface of this dielectric sheet 182, and the circular electrode 183 for capacitors prepared in the same axle, The spiral line conductor 185 by which it is formed in the upper surface of the dielectric substrate 184 by which the laminating was carried out, and this dielectric substrate 184, and electrode 185a for capacitors is formed in the bottom of the dielectric sheet 182 in the center section, grounding formed in the inferior surface of tongue of the dielectric substrate 184 — it consists of a conductor (with no illustration) A capacitor is constituted between the electrode 183 for capacitors, and electrode 185a for capacitors of the center section of the spiral line conductor 185, and the spiral track of the spiral line conductor 185 constitutes an inductor. the path cord way where other end 185b of the spiral line conductor 185 was prepared in the flank of the TORIPU rate track type resonator 181 — minding — grounding of the inferior surface of tongue of the dielectric substrate 184 — it connects with the conductor

[0086] In order to form the TORIPU rate track type resonator 181, the laminating of the dielectric sheet 182 which formed the electrode 183 for capacitors, and the dielectric substrate 184 which formed the spiral line conductor 185 is carried out, and simultaneous baking of an inner conductor and these dielectrics is carried out. grounding which the combination with the magnetic rotation child 180 and the TORIPU rate track type resonator 181 formed these individually, carried out the laminating, and was prepared in a magnetic rotation child's inferior surface of tongue by the solder reflow method — it is made by connecting the electrode 183 for capacitors to the electric mid gear of a conductor

[0087] The above explanation is the case where a TORIPU rate track type resonator is formed by LC series resonant circuit. in order to form a TORIPU rate track type resonator using a half-wave length resonant-line way,





while setting a spiral line conductor as the length of the half-wave length — the core of a dielectric sheet (182) — instead of [ of the electrode (183) for capacitors ] — a veer hole and a veer hole — the end of the spiral line conductor which prepares a conductor and is in a center section, and this veer hole — a conductor is connected the path cord way where the other end (185b) of a spiral line conductor was prepared in the flank of the TORIPU rate track type resonator 181 — minding — grounding of the inferior surface of tongue of a dielectric substrate (184) — it connects with a conductor And the laminating of an above-mentioned dielectric sheet (182) and the dielectric substrate (184) which prepared the spiral line conductor is carried out, and simultaneous baking of an inner conductor and these dielectrics is carried out. grounding which the combination with a magnetic rotation child and a TORIPU rate track type resonator formed these individually, carried out the laminating, and was prepared in a magnetic rotation child's inferior surface of tongue by the solder reflow method — the electric mid gear of a conductor — a veer hole — it is made by connecting a conductor

[0088] Since arranging the composition which carried out the laminating of the TORIPU rate track type resonator to the magnetic rotation child really calcinated like this example, and was combined with him, then a resonator with sufficient symmetric property to the symmetry of revolution to the medial axis of a circulator can carry out with an easily and sufficient precision, the circulator of small and a wide band can be obtained with sufficient productivity.

[0089] Although the inner conductor is formed by printing a silver paste, a palladium paste, or a silver-palladium paste in the example described above, silver leaf may be pierced and an inner conductor may be formed. A resistance loss is not remarkable especially, and it forms with gold, palladium, silver-palladium, or those alloys and is suitable when not dissolving with the magnetic substance moreover.

[0090] Also about the magnetic substance, if it does not dissolve with an inner conductor, it is possible to use insulating magnetic-substance material other than YIG.

[0091] Even if it makes it calcinate using the conductor material which has the melting point higher than the sintering end temperature of the magnetic substance as an inner conductor, without fusing an inner conductor, it is possible to constitute the circulator of this invention.

[0092] a coil — you may be any turn as long as it is 1 or more \*\*\*\*\*s, without also restricting the number of turns of a conductor to two turns If number of turns become large, the part inductance will also become large.

[0093] Moreover, although an above-mentioned example is related with 3 terminal type circulator, this invention is applicable also about the circulator which has the terminal of the number beyond it. Furthermore, it is also clear that the circulator of this invention is developed, for example, non-reciprocal circuit elements, such as an isolator, can be created easily.

[0094]

[Effect of the Invention] As explained to the detail above, according to this invention, a circulator the coil with which the magnetic rotation child has the pattern wound at least 1 \*\*\*\*\* on both sides of the middle insulation magnetic layer and the middle insulation magnetic layer — with a conductor a close state — a coil, since it is formed so that the overall length of a coil pattern equipped with the upper part and the lower insulation magnetic layer which were formed so that a part of conductor might be surrounded may become long and it may moreover embed at a magnetic layer Though it is a compact configuration, the inductance of a required value is securable. moreover, an insulating magnetic layer — a close state — a coil — since it is formed so that a conductor may be surrounded, discontinuity does not exist in the magnetic substance For this reason, since it becomes the closed loop by which RF magnetic flux continues in a magnetic rotation child, an anti-magnetic field does not occur. Consequently, miniaturization, wide-band-izing, low-loss-izing, and low-pricing can be attained.

---

[Translation done.]



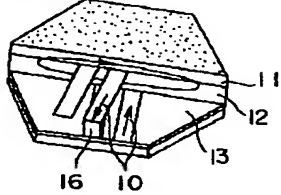
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

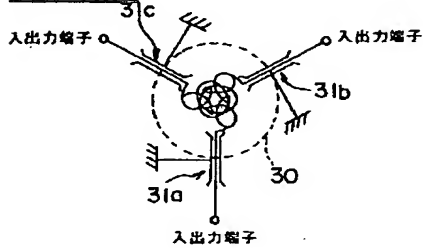
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

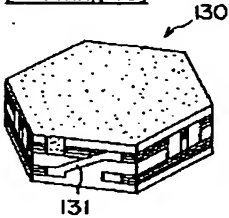
[Drawing 1]



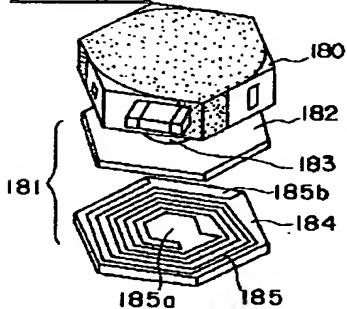
[Drawing 4]



[Drawing 13]

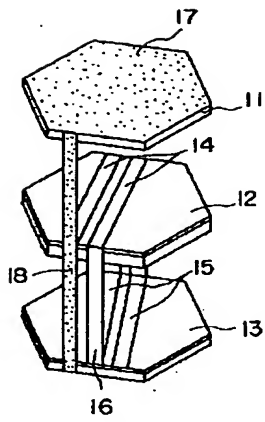


[Drawing 18]

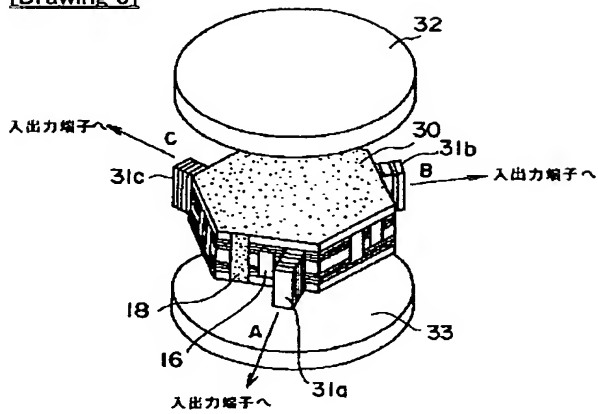


[Drawing 2]

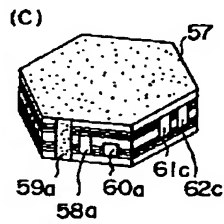
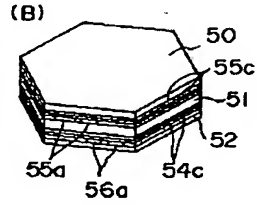
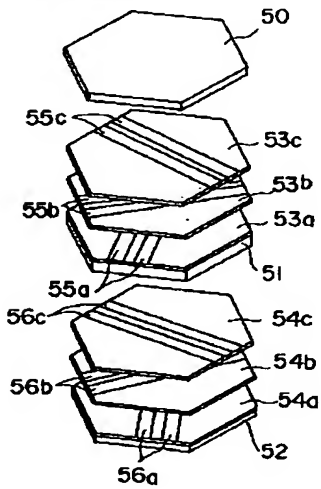




[Drawing 3]

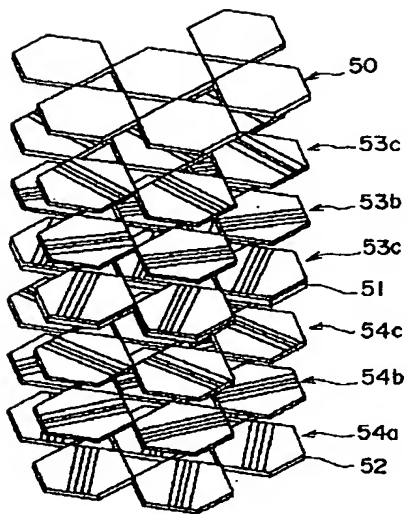


[Drawing 5]  
(A)

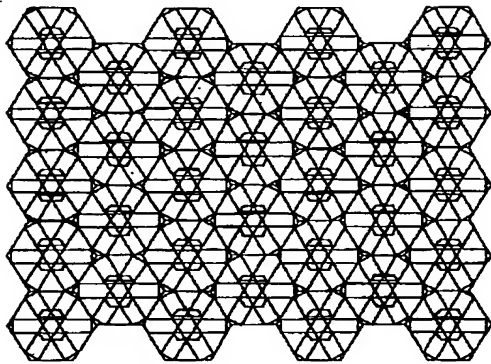


[Drawing 6]

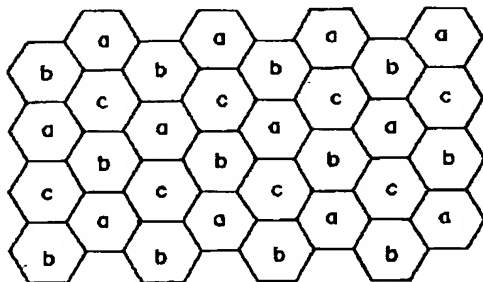




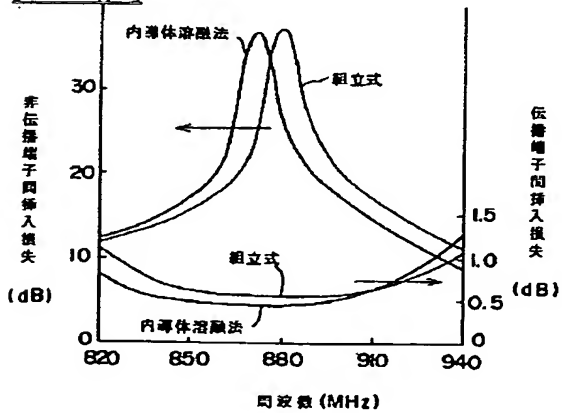
[Drawing 7]  
(A)



(B)



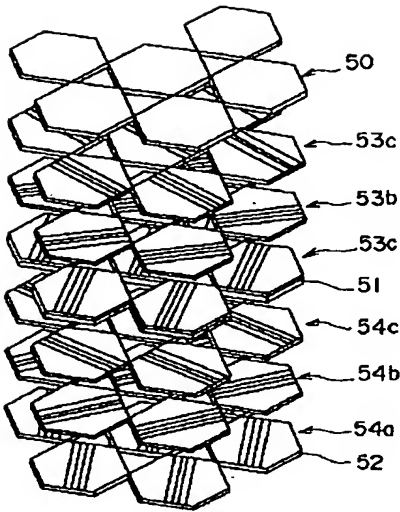
[Drawing 9]



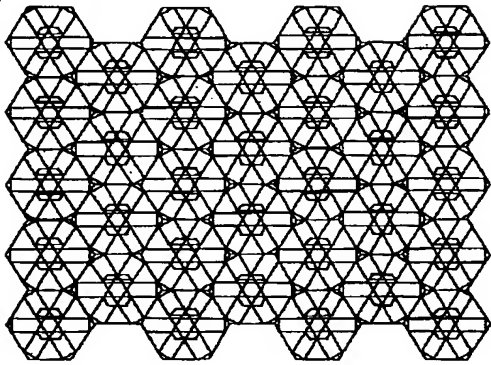
[Drawing 8]



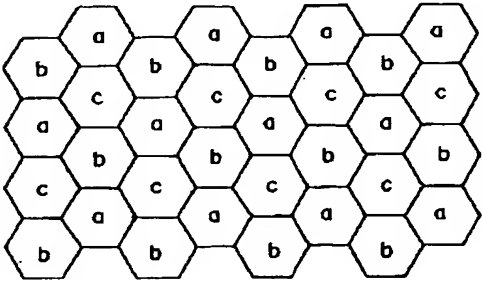




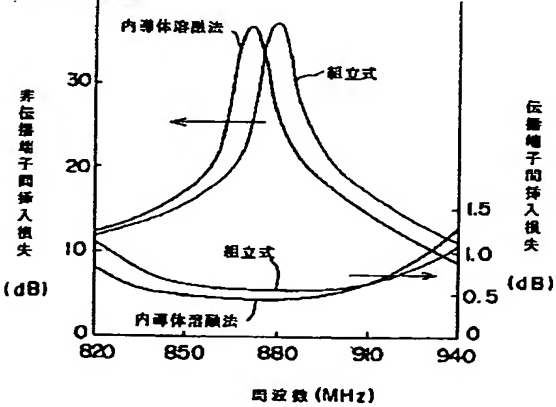
[Drawing 7]  
(A)



(B)

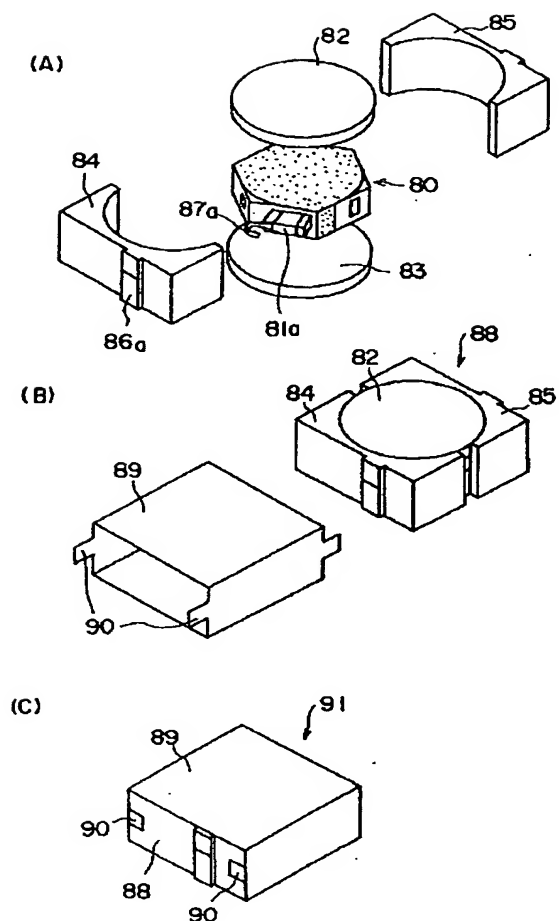


[Drawing 9]

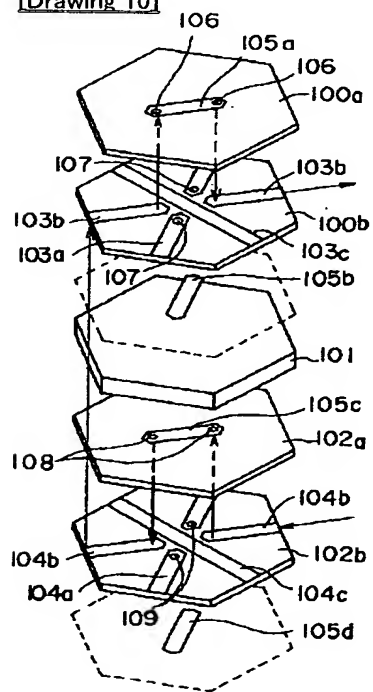


[Drawing 8]



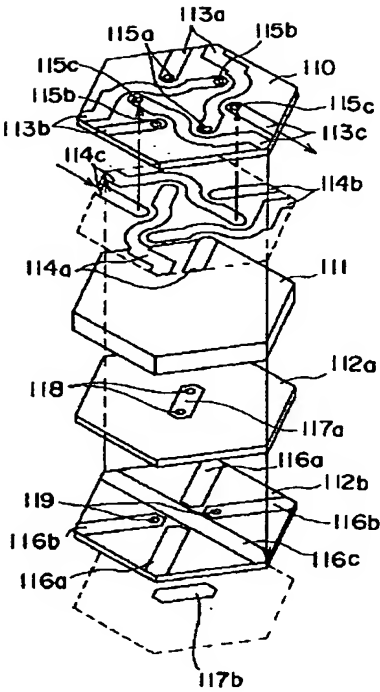


[Drawing 10]

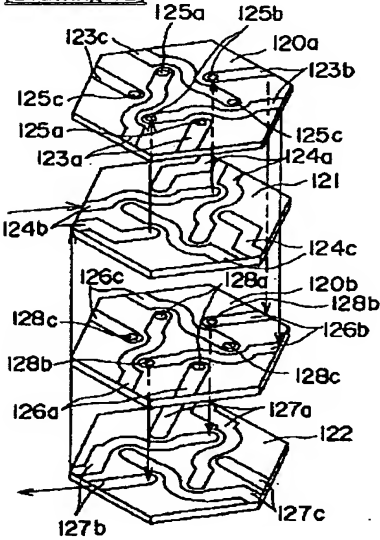


[Drawing 11]

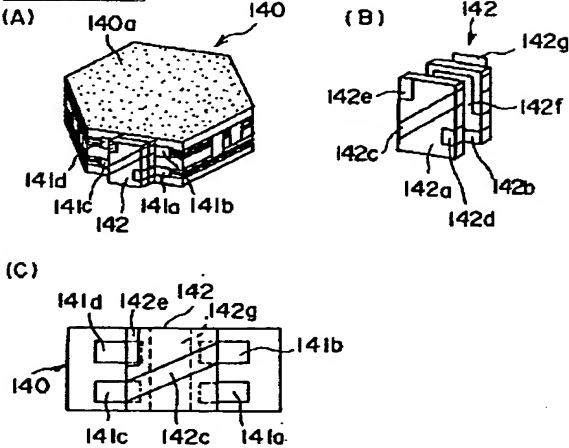




[Drawing 12]

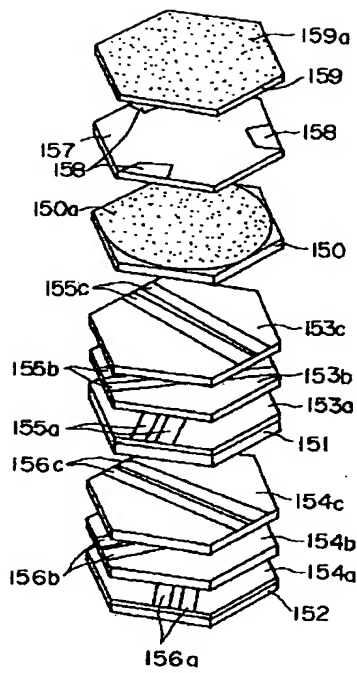


[Drawing 14]

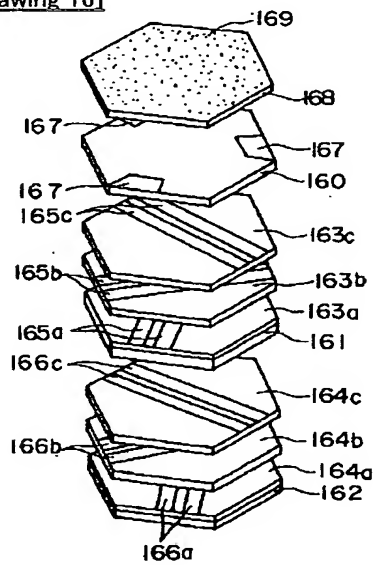


[Drawing 15]

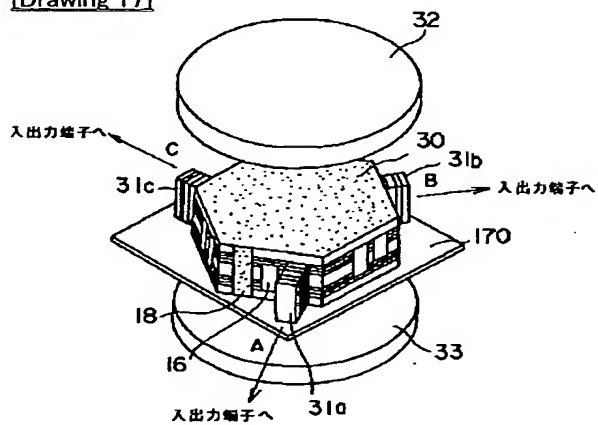




[Drawing 16]



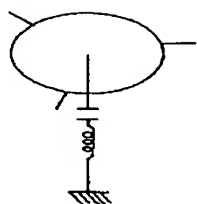
[Drawing 17]



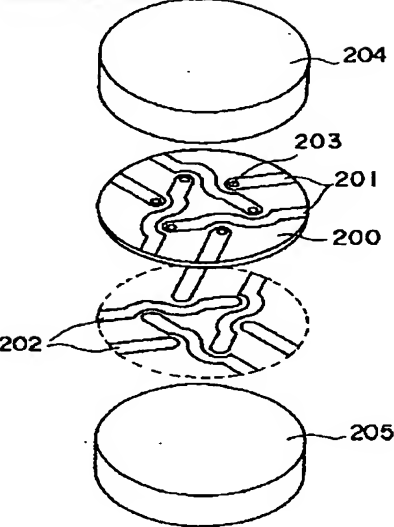
[Drawing 19]



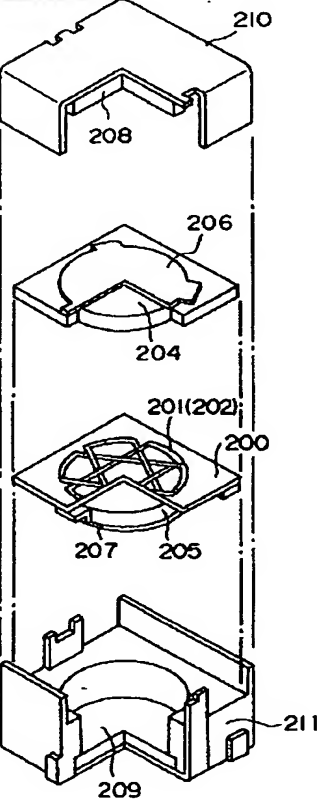




[Drawing 20]



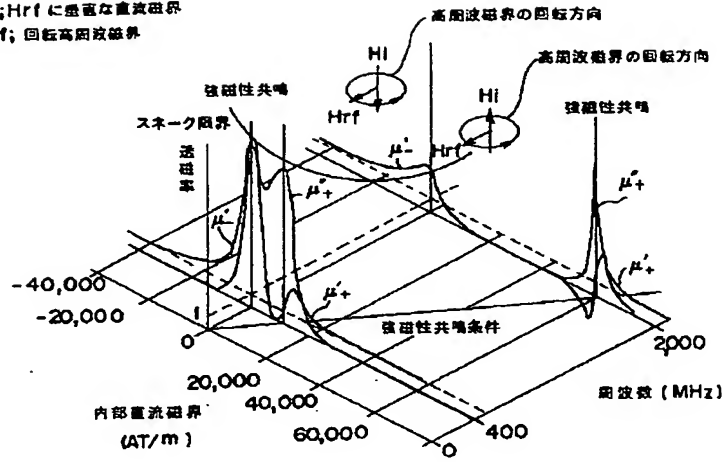
[Drawing 21]



[Drawing 22]



$H_i, H_{rf}$  に垂直な直流磁界  
 $H_{rf}$ : 回転高周波磁界



[Translation done.]

